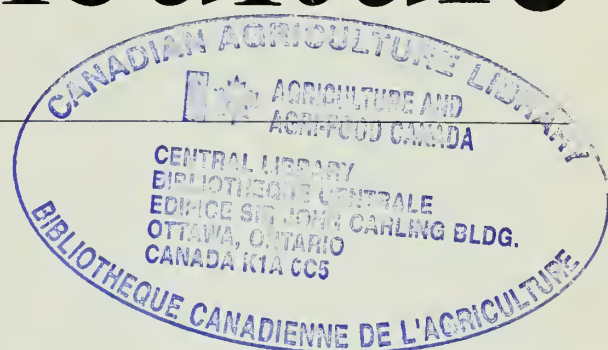


# Canada Agriculture

*Canola energy — page 25*

*Le canola, source de combustible — page 25*



# Canada Agriculture

Volume 30 No. 1

Volume 30 n° 1

CANADA AGRICULTURE is published quarterly to inform extension workers and agribusinessmen of developments in research and other federal agricultural responsibilities.

Any article may be reproduced without special permission provided the source is given credit. If excerpts only are to be used, authors' permission should be obtained.

Reprinted articles must not be associated with advertising material. The use of trade names published in this journal implies no endorsement of the products named nor any criticism of similar products not mentioned.

Contributors may submit articles in either English or French to the Secretary, Editorial Board, Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

CANADA AGRICULTURE est une revue trimestrielle qui renseigne les vulgarisateurs et représentants du négoce agricole sur les développements de la recherche et des autres services agricoles du gouvernement fédéral.

La reproduction des articles est permise en indiquant l'origine. Pour reproduire des passages, l'autorisation de l'auteur est nécessaire.

Les articles reproduits ne doivent pas servir à des fins de réclame. La mention de marques de fabrique ne signifie pas que la revue garantit ces produits ni qu'elle déconseille d'autres produits non mentionnés.

Les articles en anglais ou en français doivent être adressés au secrétaire du Comité de rédaction, La Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.



**Agriculture  
Canada**

Hon. Eugene Whelan,  
Minister / Ministre

J.P. Connell,  
Deputy Minister / Sous-ministre

## PROFILE / PAGE 3

### FEATURES / PAGE 4

Considerations influencing wheat rotation selections in southwestern Saskatchewan / page 4

Breeding low Glucosinolate and Clubroot resistant cabbages / page 8

Hollow heart in potatoes: temporary elemental imbalance the cause / page 10

### UPDATE / PAGE 14

Cold tolerance in corn / page 14

The fungicide Benlate — a challenge to analytical chemists / page 18

Potential for once over harvest of cauliflower / page 20

Nematodes in Ontario potatoes / page 22

Farm use of canola oil / page 25

Simulating grasshopper damage to rangeland / page 28

Effects of altered carcass suspension and delayed chilling upon factors contributing to beef quality / page 33

Breed averages and age of dam adjustment factors for birth weight of beef cattle / page 34

### ECHOES / PAGE 36

*Cover photo*  
*Colorful canola*

## PROFIL / PAGE 3

### ARTICLES DOCUMENTAIRES / PAGE 5

Rotation du blé dans le sud-ouest de la Saskatchewan / page 5

Des choux à faible teneur en glucosinolate et résistant à la hernie / page 9

Le coeur creux de la pomme de terre : déséquilibre temporaire des minéraux / page 11

### MISE À JOUR / PAGE 14

Tolérance du maïs au froid / page 14

Le Benlate : un fongicide qui défie l'analyse / page 18

Possibilité d'une récolte unique de chou-fleur / page 20

Les nématodes dans les pommes de terre de l'Ontario / page 22

Utilisation de l'huile de canola à la ferme / page 25

Simulation des ravages causés aux grands parcours par les criquets / page 28

Effets du mode de suspension des carcasses et de la réfrigération différée sur la qualité du boeuf / page 33

Correction du poids de naissance des bovins selon la moyenne de la race et l'âge de la mère / page 34

### ÉCHOS / PAGE 36

*Photo de la couverture*  
*Le canola en fleurs*



## Agriculture Canada Research Station Vineland Station, Ontario

The Dominion Entomological Laboratory at Vineland and the Plant Pathology Laboratory in St. Catharines were amalgamated in 1959 and in 1967 moved into a modern new facility at Vineland Station.

The Vineland Research Station serves the horticultural industry with a comprehensive program of crop protection research. The multidisciplinary, mission-oriented program applies entomology, toxicology, acarology, nematology, virology, mycology, computing science, and residue chemistry expertise to the pest and disease problems of a diversity of horticultural crops. Significant contributions have been made toward the development and implementation of pest management programs in tree fruits and vegetables; ongoing research in these areas, as well as pest and disease control studies in grapes, glass-house ornamentals, mushrooms, small fruits, and woody ornamentals, all contribute towards ensuring a strong Canadian horticultural industry.

The Smithfield Experimental Farm, located near Trenton, is administratively linked to this station and carries on horticultural production and processing research, as well as pest control research programs in collaboration with Vineland.

## Station fédérale de recherches agricoles de Vineland (Ontario)

Le Laboratoire national d'entomologie de Vineland et le Laboratoire de phytopathologie de St. Catharines ont été fusionnés en 1959 et installés en 1967 dans de nouveaux locaux modernes à la Station de Vineland.

La Station de recherches de Vineland met à la disposition du secteur horticole un programme intégré de recherche en protection des cultures. Le programme thématique fait appel à diverses disciplines : entomologie, toxicologie, acarologie, nématologie, virologie, mycologie, informatique et chimie des résidus pour combattre les ravageurs et les maladies intéressant diverses cultures horticoles. D'importantes contributions ont été apportées à l'élaboration et à la mise en oeuvre de programmes de lutte contre les parasites des arbres fruitiers et des légumes. Les recherches en cours dans ces domaines, ainsi que les études sur la lutte contre les ennemis et les maladies du raisin, des plantes ornementales de serre, des champignons, des petits fruits et des plantes ornementales ligneuses, contribuent toutes à l'établissement d'un secteur horticole fort au Canada.

La Ferme expérimentale de Smithfield, située près de Trenton, est reliée administrativement à cette station et poursuit des recherches sur la production et la transformation des plantes horticoles. Elle participe, en collaboration avec la Station de Vineland, à des programmes de recherches antiparasitaires.



*Dr. D.R. Menzies, Director*

*Le directeur, le docteur  
D.R. Menzies*



*Main building, Vineland Research  
Station*

*Immeuble principal, Station de  
recherches de Vineland*

# Considerations Influencing Wheat Rotation Selections in Southwestern Saskatchewan

R.P. Zentner and C.A. Campbell

Summaries of the data collected during the first 12 years of a long-term crop rotation study at the Swift Current Research Station are providing scientists and producers with a wealth of information on the physical and economic performance of various cropping systems. The results suggest that producers in southwestern Saskatchewan should consider selecting a more intensive cropping system than has been the tradition.

The experiment, which includes 12 crop rotations (one 2-year, five 3-year, and 6 continuous-type rotations), was initiated in 1967 on a Wood Mountain loam soil, a Brown Chernozem. Hard red spring wheat, flax, fall rye, and oat hay were the crop types included in the rotations. Commercial farm equipment was used for all cultural and tillage operations. Herbicides were applied as required for in-crop weed control using recommended methods and rates. Ammonium nitrate fertilizer (34-0-0) was broadcast before seeding and monoammonium phosphate fertilizer (11-48-0) was placed with the seed in accordance with the rotation specifications and the general recommendations of the Saskatchewan Soil Testing Laboratory. The more intensive rotations (the continuous-type rotations) generally received more N fertilizer and more herbicides than the less intensive rotations (those rotations with high proportions of fallow).

The weather during the 12 years (1967-78) was characterized by lower than normal annual and growing season (May-July) precipitation, and by near normal temperatures and growing season pan evaporation. Growing season precipitation was less than the long-term average in 9 of the 12 years. Furthermore, in 3 of the 9 years growing season rainfall averaged only about one-third of the long-term average. At the same time, growing season pan evapo-

ration in each of these 3 years was greater than the long-term average.

The annual and 12-year mean yields of wheat grown on fallow in the traditional 2-year rotation were similar to the yields of wheat grown on fallow in the 3-year rotation when N and P fertilizers were applied at the recommended rates (Table 1). Yields of wheat grown on stubble in the 3-year and continuous rotations receiving recommended rates of N and P fertilizer averaged 78% and 75% of comparable fallow yields, respectively. Total wheat produced over the 12-year period was inversely related to the frequency of fallow in the rotation (Table 2). Thus, the 3-year and continuous wheat rotations receiving recommended rates of N and P fertilizers outproduced the traditional 2-year rotation by 22% and 53%, respectively.

Fertilizer N applied at the recommended rates increased fallow wheat yields by an average 5% (Table 1); it also increased stubble wheat yields for the 3-year and continuous rotations by an average 7% and 11%, respectively. Application of P fertilizer at the recommended rates increased yields of wheat grown on both fallow and stubble by an average 12%. The greater yield increases that were obtained from the application of P fertilizer than from the application of N fertilizer were attributed to the below-average annual and growing season precipitation conditions that prevailed over much of the 12-year period.

The relative variability in yield for wheat grown on fallow was less than for wheat grown on stubble (Table 1). This was attributed to the additional average 4.5 cm of stored soil moisture that was available to the fallow crop in the spring.

Protein concentrations in wheat grown on fallow were high (average 15.9%) and generally greater than those of wheat grown on stubble (Table 1).

**Table 1. Wheat Rotation Yields and Protein Concentrations, 1967-78**

Rotation†	Fertilizer‡		Mean yield	c.v. <sup>d</sup>	Mean protein
	N	P	(kg/ha)	(%)	(%)
F-W	✓	✓	1818	28.8	16.2
F-W-W	✓	✓	1863	29.6	15.8
F-W-W	0	✓	1782	31.1	15.8
F-W-W	✓	0	1642	30.0	15.9
F-W-W	✓	✓	1453	36.3	15.7
F-W-W	0	✓	1348	37.3	15.5
F-W-W	✓	0	1290	39.0	15.6
Contin. W	✓	✓	1394	32.2	15.3
Contin. W	0	✓	1236	33.2	13.8

+ The F and W letter descriptions refer to fallow and wheat, respectively. The data are shown for the rotation-year that is underlined.

‡ ✓ refers to the application of recommended rates of N or P fertilizer, whereas, 0 refers to no application of N or P fertilizer

<sup>d</sup> Coefficient of variation.

**Table 2. Total Production for Wheat Rotations, 1967-78**

Rotation	Fertilizer‡		12 year total production	% of check
	N	P	(kg.ha <sup>-1</sup> )	
F-W (check)	✓	✓	10,908	100
F-W-W	✓	✓	13,264	122
F-W-W	0	✓	12,520	115
F-W-W	✓	0	11,728	108
Contin. W.	✓	✓	16,728	153
Contin. W.	0	✓	14,832	136

+ ✓ refers to the application of recommended rates of N or P fertilizer. 0 refers to no application of N or P fertilizer.

Failure to apply N fertilizer to continuous wheat resulted in the lowest grain protein. The P concentrations in wheat grown on stubble were generally greater than for wheat grown on fallow due to the dilution effect by yield. The volume weight of wheat was not greatly influenced by rotation treatment and was above the acceptable level of 75 kg•ha<sup>-1</sup> in all years. There was no effect of P fertilizer on the volume weight of grain, but application of N fertilizer appeared to decrease grain density for wheat grown on stubble.



# Rotation du blé dans le sud-ouest de la Saskatchewan : facteurs déterminants

R.P. Zentner et C.A. Campbell

Les données recueillies au cours des 12 premières années d'une étude à long terme sur l'assolement, poursuivie à la Station de recherches de Swift Current, ont apporté aux chercheurs et aux producteurs une foule de renseignements sur les rendements et la rentabilité de diverses pratiques culturales. Ainsi, les résultats indiquent que les agriculteurs du sud-ouest de la Saskatchewan devraient songer à adopter un système de culture plus intensive que le système traditionnel.

Les expériences, qui portent sur 12 types de rotation (un assolement de 2 ans, cinq de 3 ans et six de cultures continues), ont débuté en 1967 sur un sol loameux de type Wood Mountain, soit un chernozem brun. Le blé roux vitreux de printemps, le lin, le seigle d'automne et l'avoine fourragère ont été choisis pour l'expérience et tous les travaux des champs ont été effectués à l'aide de machines commerciales. Les herbicides appropriés ont été appliqués pour lutter contre les mauvaises herbes, selon les méthodes et les taux recommandés. Un engrais à base de nitrate d'ammonium 34-0-0 a été épandu à la volée avant les semis et du phosphate monoammonique (11-48-0) a été ajouté à la semence en fonction des types d'assolement et des recommandations générales du laboratoire d'analyse des sols de la Saskatchewan. Les cultures plus intensives (c'est-à-dire les cultures continues) ont généralement reçu plus d'engrais azoté et plus d'herbicides que les autres (rotations avec abondance de jachères).

Au cours de 12 années en question (1967 à 1978), les conditions météorologiques se sont caractérisées par des précipitations inférieures à la normale annuelle et à celles de la saison de croissance (mai-juillet) ainsi que par des températures et une évapotranspiration, durant la période de végétation, près de la normale. Neuf années sur 12, les pré-

cipitations pendant la saison de croissance ont été inférieures à la moyenne à long terme. En outre, 3 années sur 9, elles n'ont atteint que le tiers de la moyenne à long terme pendant la période de végétation, et l'évapotranspiration était plus élevée que la moyenne à long terme.

Dans le cas du blé cultivé sur jachère selon la méthode traditionnelle de rotation biennale, le rendement annuel et le rendement moyen pour les 12 années étaient semblables au rendement du grain cultivé sur jachère en rotation triennale, avec application d'engrais azotés et phosphatés aux taux recommandés (Tableau 1). Le blé cultivé sur chaume en rotation triennale et en culture continue, avec application d'engrais azotés et phosphatés aux taux recommandés, s'est respectivement situé en moyenne à 78 et à 75 % du rendement comparable des cultures sur jachère. La quantité totale de blé récolté au cours de la période de 12 ans a été inversement reliée à la fréquence de la jachère dans le système d'assolement (Tableau 2). Ainsi, l'assolement triennal et la culture continue, avec application d'engrais azotés et phosphatés aux taux recommandés, ont produit respectivement 22 et 53 % plus de grain que le système traditionnel de 2 ans.

L'application d'engrais azoté aux taux recommandés augmente le rendement du blé sur jachère d'en moyenne 5 % (Tableau 1); il augmente également le rendement du blé sur chaume en rotation triennale et en culture continue d'une moyenne respective de 7 et de 11 %. L'application d'engrais phosphaté aux taux recommandés augmente le rendement du blé cultivé sur jachère et sur chaume d'en moyenne 12 %. La hausse de rendement plus importante obtenue après l'application d'engrais phosphaté, comparativement à celle obtenue après l'emploi d'engrais azoté,

**Tableau 1 Rendements et teneur moyenne en protéine du blé pour les années de rotation 1967 à 1978**

Rotation +	Engrais		Rendement moyen	Coef- ficient de varia- tion	Teneur moyenne en protéine
	N	P	(kg/ha)	(%)	(%)
J-B	✓	✓	1818	28,8	16,2
J-B-B	✓	✓	1863	29,6	15,8
J-B-B	0	✓	1782	31,1	15,8
J-B-B	✓	0	1642	30,0	15,9
J-B-B	✓	✓	1453	36,3	15,7
J-B-B	0	✓	1348	37,3	15,5
J-B-B	✓	0	1290	39,0	15,6
Blé en continu	✓	✓	1394	32,2	15,3
Blé en continu	0	✓	1236	33,2	13,8

+ La lettre J signifie jachère et la lettre B, blé. Les données indiquées sont celles de l'année de rotation qui est soulignée.

† Le signe ✓ indique que l'engrais azoté ou phosphaté a été appliqué au taux recommandé. Le chiffre 0 indique que l'engrais n'a été appliqué.

**Tableau 2 Production totale pour l'ensemble des années de rotation de 1967 à 1978**

Rotation +	Engrais†		Production totale pour 12 ans	Rendement par rapport au témoin
	N	P	(kg/ha <sup>-1</sup> )	(%)
J-B (témoin)	✓	✓	10,908	100
J-B-B	✓	✓	13,264	122
J-B-B	0	✓	12,520	115
J-B-B	✓	0	11,728	108
Blé en continu	✓	✓	16,728	153
Blé en continu	0	✓	14,832	136

+ Le signe ✓ indique que de l'engrais azoté ou phosphaté a été appliqué au taux recommandé. Le chiffre 0 indique que l'engrais n'a pas été appliqué.

est attribuable aux précipitations inférieures à la moyenne pendant l'année et la saison de croissance, remarquées pendant la majeure partie de la période de 12 ans.

La variabilité relative du rendement était moins importante pour le blé cultivé sur jachère que pour celui cultivé sur chaume (Tableau 1). On pense que ces

An economic analysis showed that expected net farm income (returns above all cash costs, depreciation, and labor) was greatest for the 3-year fallow-wheat-wheat rotation receiving recommended rates of N and P fertilizers (Fig. 1). Expected net farm income for the comparable fallow-wheat and continuous wheat rotations averaged about 24% below that obtained with the 3-year wheat rotation when wheat was valued at \$184 a tonne. The application of recommended rates of N fertilizer increased expected net farm income for the 3-year and continuous wheat rotations by 6.6% and 10.5%, respectively. Fertilizer P increased expected net farm income by an average of 20.6%. Higher grain prices or lower input costs generally favored selection of the more intensive crop rotations, whereas lower grain prices or higher input costs generally favored selection of the less intensive rotations. Annual income variability (or risk) was greatest for the continuous wheat rotation and lowest for the fallow-wheat rotation (Fig. 3).

The average costs of production (1982 price levels) for the rotations receiving N and P fertilizer were lowest for the fallow-wheat rotation and highest for the continuous wheat rotation (Fig. 2). The resource categories most affected by rotation length were fertilizers and herbicides. Expenditures on fertilizers for the 3-year and continuous wheat rotations averaged 68% and 266% higher than for the 2-year wheat rotation. Similarly, herbicide costs for these same rotations averaged 23% and 402% higher than for the comparable 2-year rotation. Machine services (machine repair, fuel, and oil) and labor requirements each averaged about 9% and 32% higher for the 3-year and continuous wheat rotations, respectively, than for the 2-year wheat rotation. Seed and other cash costs such as building repair increased in proportion to the area being cropped.

Other economic factors such as seasonality of labor and machine use requirements, expected grain delivery quotas, government programs, and the financial position of the farm, also influence crop rotation selections. In addition, technical and other physical factors such as the potential for soil erosion, soil degradation, salinity, and presence of weeds need to be considered. Analyses of these aspects will be completed in the near future.

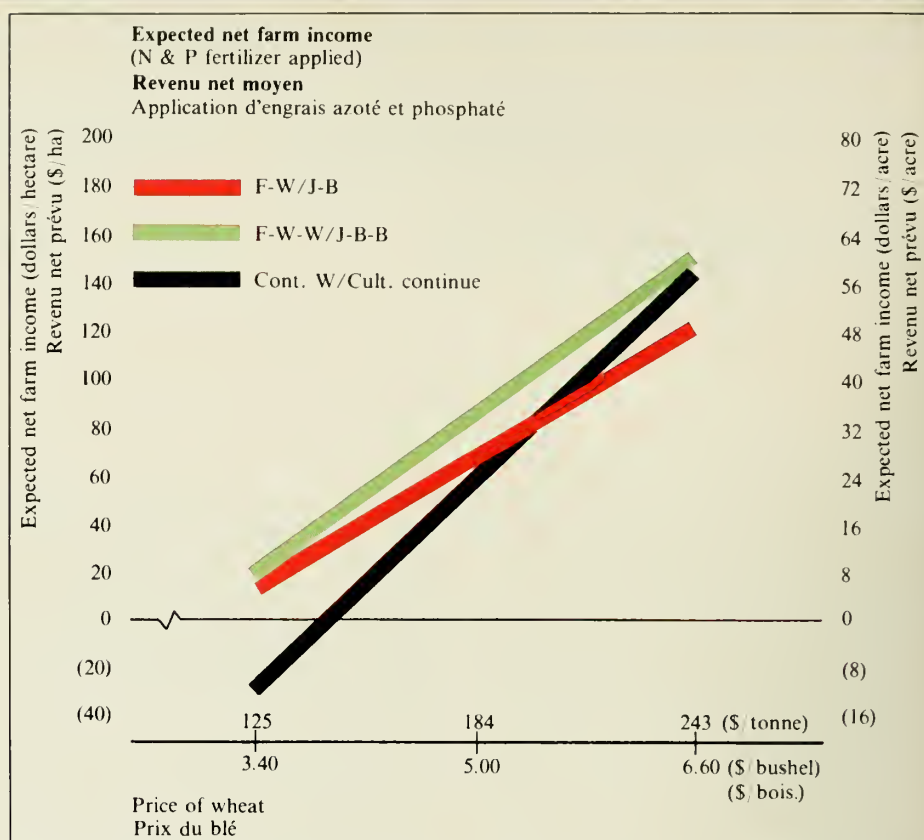


Figure 1. Mean net farm incomes of 3 wheat rotations.

Figure 1 Revenu net moyen des trois types de rotation du blé

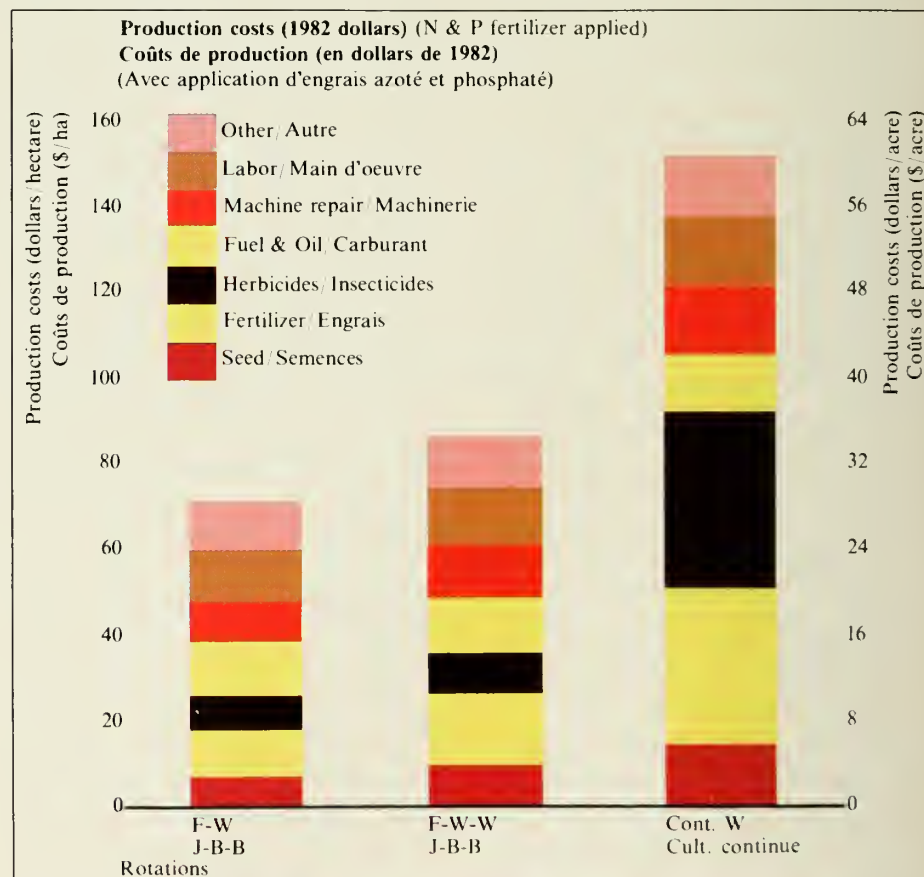


Figure 2. Comparison of mean input costs (1982 price levels) for 3 wheat rotations.

Figure 2 Coûts moyens des facteurs de production (prix de 1982) pour trois types de rotation du blé.



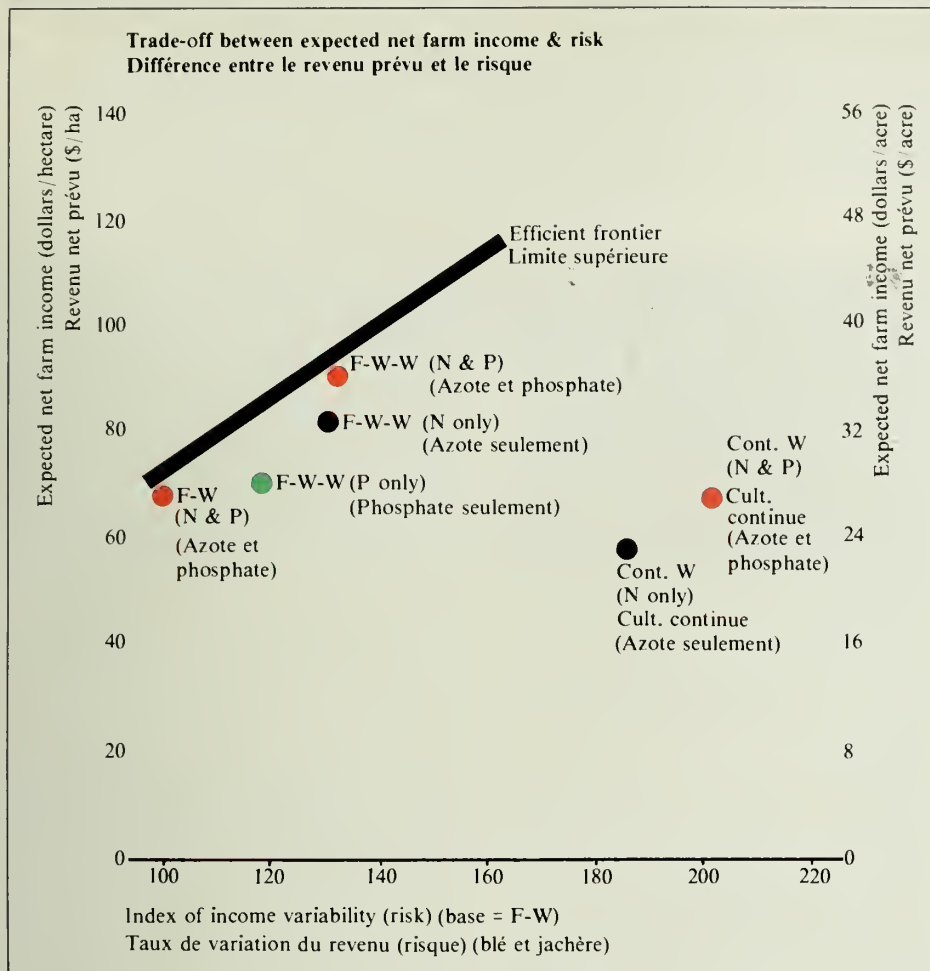


Figure 3. Annual income variability (or risk) of selected wheat rotations.

Figure 3 Variabilité annuelle du revenu (risques) de divers types de rotation du blé

résultats sont dus à la quantité d'eau supplémentaire conservée dans le sol (en moyenne 4,5 cm) et disponible au printemps pour la jachère.

La teneur protéique du blé cultivé sur jachère était assez élevée (en moyenne 15,9 %) et généralement supérieure à celle du blé cultivé sur chaume (Tableau 1). Le grain le moins protéiné était celui du blé cultivé de façon continue sans application d'engrais azoté. La concentration de phosphore dans le blé cultivé sur chaume était généralement supérieure à celle décelée dans le blé cultivé sur jachère en raison de l'effet de dilution dû au rendement. Le poids par volume du blé n'a pas été très influencé par le régime d'assolement, mais a dépassé le seuil acceptable de 75 kg/ha chaque année. L'engrais azoté n'a eu aucun effet sur le poids au volume du grain, mais l'application d'engrais azoté semble diminuer la densité du grain dans le cas du blé cultivé sur chaume.

Une analyse économique indique que le revenu net prévu (c'est-à-dire le revenu résiduel après déduction des

coûts en espèces, de l'amortissement et de la main-d'oeuvre) est le plus élevé pour la rotation triennale jachère-blé-blé avec application d'engrais azoté et phosphaté aux taux recommandés (Figure 1). Il dépasse le revenu net prévu de la rotation jachère-blé et de la culture continue comparable d'environ 24 % lorsque le blé a une valeur de 184 \$/t. L'application d'engrais azoté aux taux recommandés augmente respectivement le revenu net prévu pour l'assolement triennal et la culture continue de 6,6 et de 10,5 %. L'emploi d'engrais phosphaté entraîne une hausse moyenne de 20,6 % du revenu net prévu. Un prix plus élevé du grain ou un coût plus bas des facteurs de production favorisent généralement l'adoption d'une culture plus intensive et vice versa. La culture continue entraîne la plus grande variation annuelle du revenu (ou les risques) alors que la rotation jachère-blé entraîne la plus faible (Figure 3).

Le coût de production moyen (prix de 1982) pour les rotations avec application d'engrais azoté et phosphaté est le plus

faible pour la rotation jachère-blé et le plus élevé pour la culture continue (Figure 2). Les ressources les plus touchées par la durée de l'assolement sont les engrais et les désherbants. Ainsi, les achats d'engrais pour l'assolement triennal et la culture continue dépassaient en moyenne de 68 et 266 % respectivement les achats enregistrés pour la rotation biennale. De même, le coût des herbicides pour les mêmes rotations dépassait les coûts enregistrés pour l'assolement biennal de 23 et de 402 % en moyenne. Le coût du matériel (préparation des machines, carburant et huile) et le coût de la main-d'oeuvre pour la rotation de 3 ans et la culture continue dépassaient de 9 et de 32 % en moyenne les mêmes coûts pour la rotation de 2 ans. Enfin, le coût des semences et les autres coûts en espèces, comme la réfection des bâtiments, augmentent proportionnellement avec la superficie en culture.

D'autres facteurs économiques comme l'emploi saisonnier de la main-d'oeuvre et des machines, les contingents de livraison prévus pour le grain, les programmes gouvernementaux et la situation financière de l'exploitant influencent également le choix du type de rotation. En outre, divers facteurs techniques et physiques comme les risques d'érosion, de dégradation du sol et de salinité, et la croissance des mauvaises herbes doivent entrer en ligne de compte. On doit d'ailleurs analyser ces facteurs dans un proche avenir.

MM. Zentner et Campbell sont chercheurs à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Swift Current, en Saskatchewan.

Drs. Zentner and Campbell are research scientists with the Agriculture Canada Research Station in Swift Current, Saskatchewan.

# Breeding low glucosinolate and clubroot-resistant cabbages

M.S. Chiang, C. Chong and R. Crête

Clubroot, caused by the pathogen, *Plasmodiophora brassicae* Wor., is one of the most destructive diseases of cabbages, cauliflower, broccoli, and other cole crops. As exemplified by symptoms in cabbages, roots of infected plants became enlarged clumpet with a 'finger-like growth' (Figure 1A) and heading is impaired (Figure 1B), or yield reduced, depending on the severity of infection. Clubroot is found in all areas of the world where cole crops are grown, and there are many physiological races of this pathogen. The most prevalent strains in Canada are races 2 and 6. According to the international system proposed by Dr. Buczacki and other clubroot workers in Europe, these races were coded, race 2, as populations ECD 16/02/31, and race 6 as 16/02/30. At present, all commercial cabbage, broccoli, and cauliflower cultivars are susceptible to race 2, the most virulent strain in Quebec.

Recently, the Saint-Jean Research Station and the Department of Plant Science of Macdonald College worked jointly to transfer through interspecific hybridization a dominant gene responsible for resistance to *P. brassicae*, race 2 to cabbage (*Brassica oleracea* ssp. *capitata*, somatic chromosome number  $2n = 18$ ) from rutabaga (*B. napus*,  $2n = 38$ ). Cabbage lines resistant to both races 2 and 6 have already been developed from this project (Figure 2). To further improve the quality of these lines, the Saint-Jean Research Station, again in cooperation with the same department at Macdonald College, is now selecting clubroot-resistant cabbages that are also low in glucosinolates.

All cole crops contain glucosinolates, which form a number of breakdown products, the most prominent ones being isothiocyanates (mustard oils), thiocyanates, nitriles, and goitrin. The amounts and composition of these products depend on how the plant tissue is prepared or used for consumption: eaten raw, cooked, frozen, processed as sauerkraut, or as mustard. (Glucosinolate breakdown products contribute significantly to the characteristic flavor and pungency of cole crops. Moreover, some of these products are also toxic and may



Figure 1A. Roots of clubroot-resistant vs. susceptible plant.

Figure 1A Racines d'un plant résistant à la hernie et d'un plant sensible.



Figure 1B. Clubroot-resistant and susceptible cabbage grown side by side.

Figure 1B Choux résistants et sensibles à la hernie côte à côte.

suppress growth when fed to animals. A 1975 Canada-wide nutrition survey has implicated cole crops as potential cause of low incidence of goitre in certain segments of our population.

Cabbages contain at least 11 known glucosinolates. Predominant are the indolyl glucosinolates which yield thiocyanates as the major breakdown products. Recent analyses of 58 commercial cabbage cultivars, which are all susceptible to races 2 and 6 of the clubroot pathogen, and of 86 clubroot-resistant plants from our breeding lines, indicate interesting and important results. In the commercial cabbage cultivars, the thiocyanate ion content varied from 159 to 1009  $\mu\text{g/g}$  dry weight with a mean value of 342. In the clubroot-resistant plants, the thiocyanate ion content varied from 34 to 412  $\mu\text{g/g}$  with a mean value of 189. Thus, our clubroot-resistant cabbages were lower in thiocyanates than the commercial cultivars. Moreover, among our clubroot-resistant cabbages, several lines were found to be low in isothiocyanates and goitrin. Lines completely free of goitrin were also found.

It is worth mentioning that male sterility resulting from interspecific hybridization is a very common phenomenon. Our  $F_1$  hybrids between rutabaga and cabbage and their backcross progenies were highly male sterile. Fortunately, male fertility was restored in all our clubroot-resistant lines (Fig. 3). Restoration of male fertility makes it possible



Figure 2. Clubroot-resistant cabbage plant developed from interspecific hybridization between rutabaga and susceptible cabbage.

Figure 2 Chou résistant à la hernie créé par hybridation interspécifique entre le rutabaga et un chou sensible.

to establish clubroot and goitrin free homozygous lines. This is vitally important because, in the years ahead, most commercial cabbage cultivars will continue to be produced as  $F_1$  hybrids. This is because these are much more vigorous and uniform in size, shape, color, and maturity, than open-pollinated types. Thus, our breeding lines will provide the germ plasm for breeding new low glucosinolate and clubroot-resistant  $F_1$  cultivars.

M. Chiang is a plant geneticist and R. Crête is a plant pathologist at the Canada Agriculture Research Station, St-Jean-sur-Richelieu, Quebec. C. Chong is associate professor at the Department of Plant Science, Macdonald Campus of McGill University, Ste-Anne-de-Bellevue, Quebec.



# Des choux à faible teneur en glucosinolate et résistant à la hernie

M.S. Chiang, C. Chong et R. Crête

La hernie du chou, causée par *Plasmodiophora brassicae* Wor., est l'une des maladies les plus destructives du chou, du chou-fleur, du brocoli et d'autres crucifères. Chez le chou, les symptômes typiques sont l'hypertrophie des racines qui deviennent aussi grosses que des doigts (Figure 1A) et l'inhibition du développement de l'inflorescence (Figure 1B) ou une réduction de rendement, selon la gravité de l'infection. La hernie du chou existe partout dans le monde où l'on cultive des crucifères et on compte un grand nombre de races physiologiques du pathogène, celles qui prévalent le plus au Canada étant les races 2 et 6. Selon le système international de codification proposé par M. Buczacki et d'autres chercheurs européens, ces deux races ont été codées comme les populations ECD 16/02/31 (race 2) et 16/02/30 (race 6). À l'heure actuelle, tous les cultivars commerciaux de chou, de brocoli et de chou-fleur sont sensibles à la race 2, la souche la plus virulente au Québec.

Récemment, la Station de recherches de Saint-Jean et le département de phytotechnie du collège Macdonald ont fait front commun pour essayer de transférer, par hybridation interspécifique, le gène dominant responsable de la résistance à la race 2 de *P. brassicae*, du rutabaga (*B. napus*,  $2n = 38$ ) au chou (*Brassica oleracea* ssp. *capitata*) dont le nombre de chromosomes dans les cellules somatiques est de 18 ( $2n = 18$ ). Des choux résistant aux races 2 et 6 ont déjà pu être créés dans le cadre de ce projet (Figure 2). Pour améliorer encore plus la qualité de ces lignées, les chercheurs de la Station de Saint-Jean, encore en collaboration avec ceux du département de phytotechnie du collège Macdonald, tentent de sélectionner des choux résistants qui présenteraient une teneur faible en glucosinolates.

Tous les crucifères contiennent des glucosinolates qui se décomposent en différents sous-produits, les plus importants étant les isothiocyanates (huiles de la moutarde), les thiocyanates, les ni-

triles et la goîtrine. La concentration et la composition chimique de ces produits dépendent du mode de préparation et d'utilisation des tissus de la plante, s'ils sont consommés crus, cuits, congelés, en choucroute ou en moutarde. La décomposition des glucosinolates contribue sensiblement à la saveur caractéristique et au goût aigre des crucifères. En outre, certains d'entre eux sont toxiques et peuvent inhiber la croissance quand on les sert aux animaux. En 1975, une enquête sur la nutrition effectuée au Canada avait indiqué que la consommation de crucifères pouvait entraîner une faible incidence de goître dans certains segments de la population.

Le chou contient au moins 11 glucosinolates connus, les plus importants étant les indolye glucosinolates dont le principal produit de décomposition est les triocyanates. Une analyse récente de 58 cultivars commerciaux, tous sensibles aux races 2 et 6 de la hernie, et de 86 variétés résistantes issues des nouvelles lignées a donné des résultats intéressants. Ainsi, chez les cultivars commerciaux, la concentration d'ions thiocyanates varie entre 159 et 1009  $\mu\text{g/g}$  de poids sec pour une moyenne de 342 alors qu'elle ne varie qu'entre 34 et 412  $\mu\text{g/g}$  chez les cultivars résistant à la hernie (moyenne 189). Les cultivars résistants ont donc une teneur en thiocyanates plus faible que les variétés commerciales. En outre, plusieurs lignées de choux résistant à la hernie ont une faible teneur en isothiocyanates et en goîtrine. Certaines sont même totalement exemptes de goîtrine.

Il serait bon de mentionner que l'hybridation interspécifique entraîne souvent la stérilité mâle. Les hybrides de la  $F_1$  obtenus après croisement du rutabaga et du chou et la progéniture issue des rétrocroisements présentaient une forte stérilité mâle. Heureusement, la fertilité a pu être restaurée dans toutes les lignées résistant à la hernie (Figure 3). Ainsi, il est possible de créer des lignées homozygotes résistant à la hernie et exemptes de goîtrine, ce qui aura une



Figure 3. Flowers from restored male fertility plant (left), and male sterile backcross progeny.

Figure 3 Fleurs d'un plant dont la fertilité mâle a été restaurée (à gauche) et progéniture mâle stérile issue du rétrocroisement.

importance vitale au cours des années à venir car la plupart des cultivars commerciaux cultivés continueront d'être des hybrides de la  $F_1$ , ceux-ci étant beaucoup plus robustes et présentant une taille, une forme, une couleur et une précocité plus uniformes que les types à pollinisation libre. Les nouvelles lignées pourront donc servir de matériel génétique à la création de nouveaux cultivars  $F_1$  résistant à la hernie et à faible teneur en glucosinolates.

M. Chiang est phytogénéticien et R. Crête est phytopathologiste à la Station de recherches d'Agriculture Canada de Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec). M. Chong est professeur associé au département de phytotechnie du collège Macdonald de l'université McGill, à Ste-Anne-de-Bellevue (Québec).



# Hollow heart in potato: temporary elemental imbalance the cause?

W.P. Mohr

Hollow heart in potato is a physiological disorder that occurs in all potato-growing regions of Canada and the United States. Some years it is of serious economic importance. In mature tubers, it appears as a large hollow area along the pith (central core) of the tuber. The inner edge of the hollow is often discolored. Not evident from the outside of the tuber, it is difficult to detect before cutting. It is usually the result of growing conditions favoring sudden, very active vine growth after the tubers begin to form in the spring. Conditions that promote this kind of growth include a greatly increased moisture supply following a dry period, wide plant spacings, late plantings, and small plant populations. Hollow heart has also been associated with the level of potassium fertilization, foliage removal, low yields, and large tuber size.

In the young developing tuber, the first observable stage of hollow heart is a group of several dead, dark cells within the central pith tissue (Figure 1, bottom left). This small necrotic patch enlarges on further growth of the tuber. A hollow usually develops later and can reach a considerable size in the mature tuber (Figure 1, page 12, bottom right).

The association between hollow heart and particular growing conditions in the field has been well documented, but the mechanisms of its inception is still not understood. In some studies, mineral imbalances have been suggested. However, the analytical methods for studying elemental gradients within the tuber have often lacked the necessary precision or have required relatively large-sized tissue samples. Studies using X-ray microanalytical techniques, carried out on specific tissues within the tuber, can overcome these difficulties. They offer some hope of clarifying what it is that triggers the onset of this disorder.

In mature potatoes, X-ray fluorescence studies showed that there are elemental gradients along the tuber's length and width. Lengthwise gradients included an increase in potassium and

a decrease in chlorine from stem to bud end. Calcium was lowest in the stem end. Radial gradients were associated mainly with two contrasting tissues, the central pith (low in starch, high in moisture) and the surrounding perimedulla (high in starch, low in moisture). However, elemental levels in hollow heart and control (healthy), tubers were similar, when the same tissue type was used in the comparison.

These results with mature tubers suggest that if the disorder is caused by an elemental deficiency, the deficiency is

temporary and no longer exists in mature tubers with advanced hollow heart. The results also demonstrate the necessity, in studies of this kind, of restricting the tests to a single tissue within the tuber, a point frequently overlooked.

Subsequent work was carried out on immature tubers that showed early stages of hollow heart. The symptoms always originated in, and were confined to, the pith. An electron microprobe was used to study elemental gradients occurring along small strips of tissue taken





# Le coeur creux de la pomme de terre : déséquilibre temporaire des minéraux?

W.P. Mohr

Le coeur creux de la pomme de terre est un problème physiologique qui existe dans toutes les régions du Canada et des États-Unis où l'on cultive la pomme de terre. Certaines années, ce problème prend une grande importance économique. Chez la pomme de terre adulte, il se caractérise par une caverne au rebord souvent décoloré, au centre du tubercule. Invisible de l'extérieur, le coeur creux est difficile à déceler avant que la pomme de terre ne soit coupée. Il résulte souvent de conditions qui favorisent une croissance subite et très active

des organes aériens de la plante après le début de la formation des tubercules au printemps. Ces conditions comprennent : un apport d'eau important après une période sèche; un grand écart entre les plants, une mise en terre tardive et de petits peuplements. Le coeur creux a également été associé à l'utilisation d'engrais potassiques, à l'élimination du feuillage, à un faible rendement et à des tubercules de gros calibre.

Chez le jeune tubercule, le premier signe visible du coeur creux est la présence d'un groupe de cellules mortes et

foncées au centre même du tubercule (Figure 1, en bas à gauche). Ce petit foyer nécrotique grandit en même temps que le tubercule. La caverne apparaît habituellement par la suite et peut atteindre une taille considérable chez la pomme de terre adulte (Figure 1, en bas à droite).

Le lien qui existe entre le coeur creux et des conditions de croissance précises au champ est bien documenté, mais on comprend mal comment débute le problème. Certains chercheurs penchent pour un déséquilibre minéral. Toutefois, les méthodes d'analyse qui permettraient de mesurer le gradient des éléments nutritifs dans le tubercule manquent souvent de précision ou nécessitent des échantillons de tissu relativement importants. La micro-analyse aux rayons X de tissus précis du tubercule permettrait de surmonter ces obstacles et pourrait bien clarifier l'origine du phénomène.

Chez le tubercule adulte, les études de fluorescence aux rayons X révèlent l'existence de gradients des éléments nutritifs le long des deux axes principaux (longueur et largeur). Le gradient longitudinal comprend une hausse de la concentration du potassium et une baisse de celle du chlore entre le talon et la couronne. La concentration la plus faible de calcium se trouve près de la couronne. Les gradients radiaux ont surtout été associés à deux tissus contrastants : le coeur (pauvre en amidon, riche en eau) et le tissu pérимédullaire qui l'entoure (riche en amidon, pauvre en eau). Toutefois, la concentration des éléments nutritifs dans les tubercules atteints du coeur creux et les témoins (tubercules sains) était similaire quand les types de tissus semblables étaient utilisés pour établir la comparaison.

Ces résultats, obtenus avec des tubercules adultes, suggèrent que le problème résulte d'une carence provisoire, disparue chez la pomme de terre adulte parvenue à un stade avancé du coeur creux. Les résultats montrent également que, dans les études de cette sorte, il est nécessaire de restreindre les épreuves à un seul





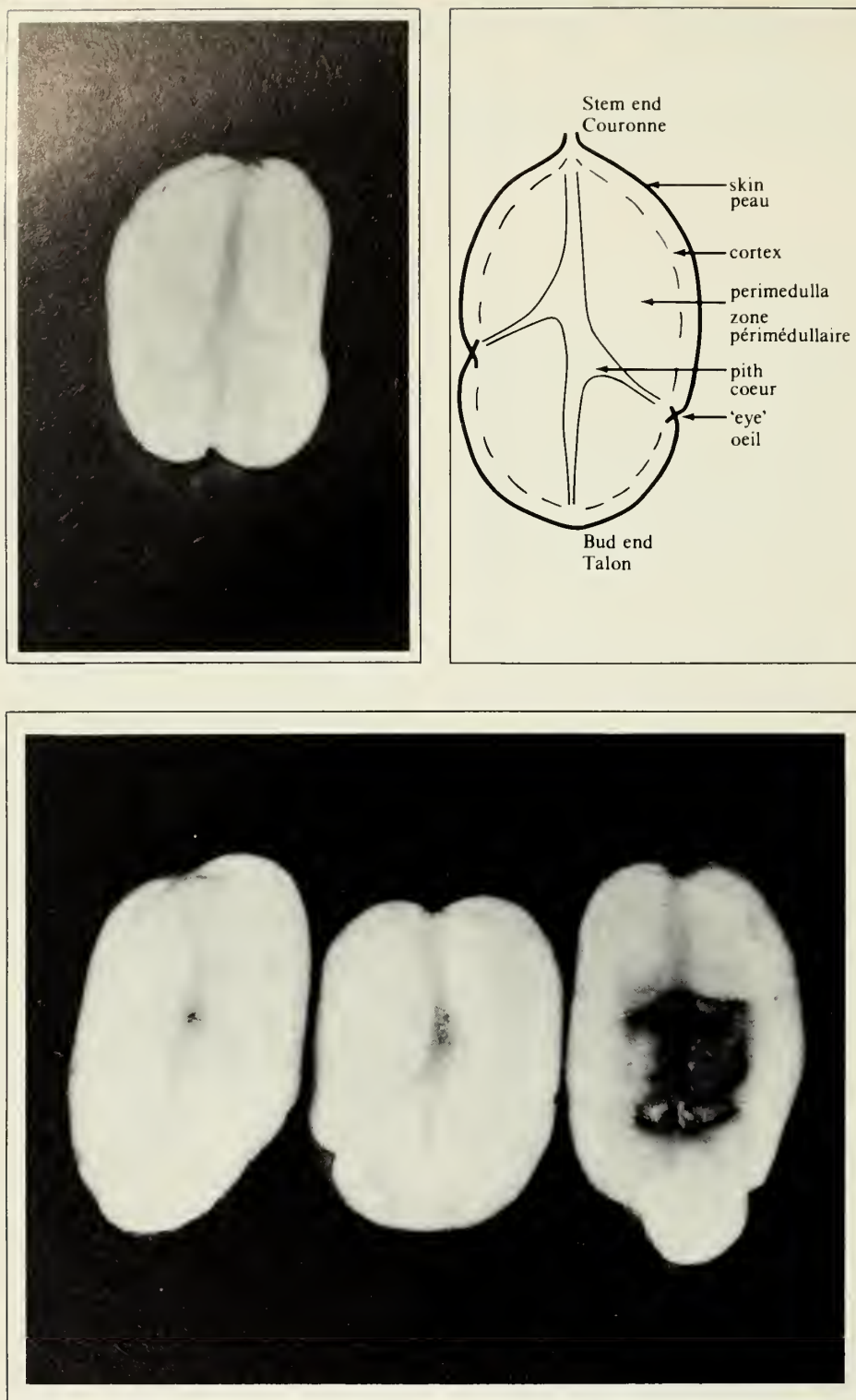


Figure 1. At top, photo of normal healthy potato halved lengthwise, and sketch showing major tissue parts. At bottom, photos of hollow heart potatoes halved lengthwise. Early stages are shown on left and center, and a typical advanced stage on right.

Figure 1 En haut, tubercule normal coupé en deux dans le sens de la longueur, et principales parties du tissu.

En bas, pommes de terre atteintes du cœur creux, tranchées dans le sens de la longueur. Premier stade à gauche et au centre, stade avancé à droite.

from specific regions of the pith near, and traversing the small lesions that characterize early hollow heart.

The element magnesium was present in much higher concentrations (as much as 10 times; See Figure 2) in, and immediately around, these small lesions than in healthy tissue. Interestingly, the 'halo' zone immediately surrounding the lesion contained an even higher level than the lesion itself. There were no significant gradients between lesion and non-lesion tissue in the other elements (potassium, chlorine, sulfur, and phosphorus) detected. Healthy portions of the pith of tubers with incipient hollow heart had elemental levels similar to those of the pith of control tubers.

The results suggest that a nutrient imbalance triggers the onset of the cell necrosis that characterizes the beginning of hollow heart in potato. A localized magnesium toxicity is probably involved. Since interactions between calcium and magnesium are well known in plant physiology, a calcium deficiency could also be involved.

The relatively low levels of calcium in potato were not detected in the present study, which employed techniques that measured elemental gradients at the histological, rather than cellular, level. Other methods can be used in future work to clarify the role of calcium. Smaller pieces of tissue prepared for study in electron microscopes equipped with X-ray detection systems is one such possibility.

Dr. Mohr is a research scientist at the Agriculture Canada Smithfield Experimental Farm, Trenton, Ontario.



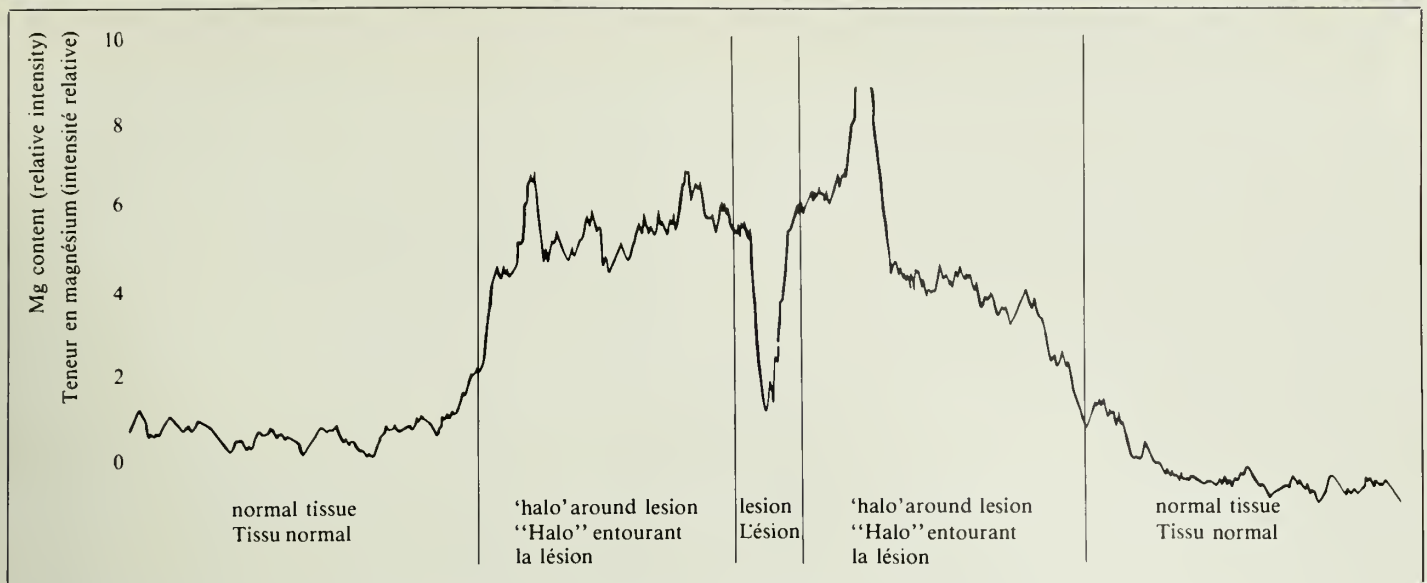


Figure 2. Reproduction of a line analysis for magnesium along the central pith tissue traversing a small lesion characterizing an early stage of hollow heart.

Figure 2 Reproduction d'une analyse linéaire de la concentration de magnésium dans le tissu central du tubercule traversant une petite lésion caractéristique du stade précoce du coeur creux.

tissu du tubercule, point dont on tient rarement compte.

Les travaux subséquents ont porté sur des tubercules immatures à différents stades précoces du coeur creux. Les symptômes de la maladie commencent toujours à se manifester dans le coeur de la pomme de terre et se limitent à cette région. Une microsonde électronique a permis de mesurer le gradient des éléments nutritifs le long de petites

bandes de tissu à des endroits précis du coeur, traversant les lésions minuscules qui caractérisent le premier stade de la maladie. La concentration de magnésium était beaucoup plus élevée (jusqu'à 10 fois, voir Figure 2) dans ces lésions et dans leurs alentours immédiats que dans le tissu sain. Fait intéressant, le "halo" qui entoure la lésion contenait encore plus de magnésium que la lésion elle-même. On n'a noté aucun gradient

significatif des autres éléments (potassium, chlore, soufre et phosphore) entre la lésion et les autres tissus. Les parties saines du coeur de la pomme de terre qui présente les premiers symptômes de la maladie ont une concentration de minéraux semblable à celle relevée dans le coeur des tubercules témoins.

D'après les résultats obtenus, un déséquilibre des éléments nutritifs pourrait déclencher la nécrose des cellules, typique du premier stade du coeur creux. Une toxicité locale en magnésium a sans doute un rôle à jouer sur ce plan. Comme les interactions entre le calcium et le magnésium sont bien connues en physiologie végétale, il se pourrait qu'une carence en calcium soit également à la source du problème.

La présente étude n'a pas révélé de concentration relativement faible de calcium dans les tubercules, mais les techniques utilisées mesuraient les gradients de minéraux au niveau des tissus plutôt qu'au niveau des cellules. D'autres méthodes dans le cadre d'autres recherches pourraient clarifier le rôle du calcium dans la maladie. Des fragments plus petits de tissu pourraient également être examinés au microscope électronique à rayons X.



Figure 3. Electron microprobe instrumentation used for elemental microanalysis.

Figure 3 Microsonde électronique utilisée pour la micro-analyse des éléments nutritifs.

M. Mohr est un chercheur scientifique de la Ferme expérimentale de Smithfield, d'Agri-culture Canada, à Trenton, en Ontario.

## Cold Tolerance in Corn: Expanding the Boundaries of Corn Production in Cold Environments

R.I. Hamilton and Sharon Ramsay

Expanding the boundaries of corn production in Canada is an objective of corn research being carried out at Agriculture Canada's Brandon Research Station. This article outlines studies carried out on corn hybrids recommended for Manitoba that suggest, early seeding and a hybrids ability to perform in early spring cold temperatures, are important. Plant breeding emphasis is on increasing yields and early maturity.

One of the major environmental factors restricting the boundaries of corn production in Canada is low temperature, especially low air and soil temperatures at planting time and during the growing season, as well as the occasional late spring or early fall frost. In many corn-growing areas, in particular where corn heat units\* (CHU's) are at a premium, potential yields could be enhanced if crops were sown earlier than the traditional planting dates commonly associated with a soil temperature of 15°C at the 7.5 cm depth. Such an increase in yields would be promoted by: 1) early germination and root development in cool, moist soil, 2) uniform emergence of seedlings, 3) vigorous growth and early canopy development that would inhibit the evaporation of soil water and the growth of late-season weeds, 4) silking, pollination, and seed set before the hot, dry days of summer, 5) grain filling during the long-light days of the growing season, 6) evergreen color of the plant together with good stalk, and 7) early field drydown and harvest.

Under optimum conditions, corn seeds can germinate and grow rapidly. However, low soil temperatures caused by cool, wet weather after planting are often responsible for poor stand establishment and later poor yield. When early season conditions are unfavorable, the ability of corn hybrids to germinate rapidly and produce a vigorous seedling may mean the difference between a successful crop and a failure. Consequently, much effort has been spent in investigating cold tolerance with the goal of developing hybrids that are able to withstand continuous chilling temperatures as young plants.

At Agriculture Canada's Brandon Research Station, preliminary growth chamber studies were conducted in 1981 to examine the variation of response to low temperature by the recommended grain and silage hybrids for Manitoba. Seeds were germinated in the greenhouse at a warm temperature, as corn will not germinate at temperatures much below 10°C. Upon emergence of the coleoptile, seedlings were exposed to

## Tolérance du maïs au froid : repousser les frontières de la culture du maïs

R.I. Hamilton et Sharon Ramsay

Élargir les frontières des superficies consacrées à la culture du maïs au Canada est un des objectifs que se sont fixés les chercheurs d'Agriculture Canada à la Station de recherches de Brandon. Dans l'article suivant, les conclusions de certaines études sur les hybrides du maïs qui conviennent au Manitoba sont exposées, à savoir l'importance de semer tôt au printemps et de semer un hybride qui pousse hâtivement au printemps même par temps froid. L'amélioration génétique vise à augmenter les récoltes et à hâter la maturité.

L'un des principaux facteurs environnementaux qui limitent l'expansion de la culture du maïs au Canada est la température, en particulier la basse température de l'air et du sol au moment de la plantation et pendant la période végétative, ainsi que les gelées occasionnelles à la fin du printemps ou au début de l'automne. Dans de nombreuses zones de culture, en particulier là où les unités thermiques-maïs\* (UTM) sont particulièrement importantes, on pourrait augmenter le rendement potentiel de la culture en la semant plus tôt qu'à la date communément associée à une température du sol de 15 °C (à une profondeur de 7,5 cm). Une hausse de rendement serait favorisée par : 1° une germination précoce et le développement des racines dans un sol frais et humide, 2° une levée uniforme des plants, 3° une croissance vigoureuse et un développement précoce du feuillage, ce qui réduirait l'évaporation de l'eau du sol et la croissance des mauvaises herbes en fin de saison, 4° la formation des soies, la pollinisation et l'épiaison avant la canicule estivale, 5° le remplissage du grain pendant les jours les plus longs de la période végétative, 6° une coloration verte uniforme de la plante et une tige solide ainsi 7° qu'un assèchement et une récolte hâtive au champ.

Dans les meilleures conditions, les grains de maïs germent et croissent rapidement. Toutefois, la basse température du sol causée par un temps frais et humide après la plantation amène souvent une mauvaise implantation et un piètre rendement. Si les conditions en début de saison sont défavorables, la différence entre une bonne culture et un échec dépend souvent de l'aptitude des cultivars à germer rapidement et à produire des plants vigoureux. On a donc consacré beaucoup d'efforts à l'étude de la tolérance au froid et à la création d'hybrides dont les plantules soient capables de survivre à une température froide constante.

En 1981, on a poursuivi des études préliminaires en chambre de croissance à la Station de recherches de Brandon dans le but de déterminer la variabilité de réaction aux basses tem-

\*The corn heat unit (CHU) is the accumulation of daily heat above a minimum temperature between May 15th and the first -2°C autumn frost.

\*L'unité thermique-maïs (UTM) est l'accumulation de chaleur quotidienne au-dessus d'une température minimum du 15 mai à la première gelée d'automne de -2 °C.



constant day/night temperatures of 10°/11° for 2 days. Observations were made on the differences in growth, chlorophyll content, and general appearance of the roots and shoots.

The hybrids were rated as having very poor to outstanding cold tolerance based on their root and shoot growth (Tables 1 and 2). Cold tolerant plants experienced a 100% increase in shoot growth over susceptible ones. Even more significant was a 300% increase in root growth for the cold tolerant plants. Some of the 29 grain hybrids and the 27 silage hybrids had

**Table 1. Yield of roots and shoots of the Manitoba recommended grain hybrids for 1981 after 30 days at 10°C.**

Cold tolerance	Variety	Root mg/plant	Variety	Shoot mg/plant
high	P3886	65	P3886	66
	P3994	64	HL3208	63
	P3993	55	XR14	63
	HL3208	48	LG3	61
	PR1108	48	ST244	57
	XR14	48	P3996	56
	LG3	47	P3994	56
	Pi3995	46	P3995	54
	PR0090	42	RX17	54
	P3996	42	DK24	53
	WTX17	41	PR1108	52
	RX17	41	PR090	51
	P2555	40	WTX17	50
	PR102	39	T737	50
	PX403	39	PR102	47
	DK24	38	P3993	47
	ST244	38	P2111	46
	T737	34	P2555	45
	P2111	32	DK23	44
	PAG501	32	PAG501	43
low	DK23	19	PX403	42
	RX22	18	RX22	31

Yields connected by the same line are not significantly different at the 5% level with Duncan's Multiple Range Test.

**Table 2. Yield of roots and shoots of the Manitoba recommended silage hybrids for 1981 after 30 days at 10°C.**

Cold tolerance	Variety	Root mg/plant	Variety	Shoot mg/plant
high	T855	62	P3995	66
	CUZCO	60	PX11	64
	T833	55	CUZCO	62
	PX414	51	P3957	62
	P3995	48	LG3	61
	LG3	47	PX414	60
	PR108	46	T855	60
	FG4082	45	HL3212	60
	PX11	44	FG4086	60
	RX29	43	PR108	57
	FG4086	43	S259	55
	PX419	42	FG4082	55
	PR1128	42	PR1128	55
	HL3212	42	C810	54
	P3957	42	T833	54
	RX295	41	FG4055	53
	P3992	40	PAG503	52
	FG4055	40	PX419	51
	ST2660	38	P2322	51
	C810	37	RX295	49
	SX111	37	RX23	48
	P2322	35	SX111	46
	CD3	35	ST2660	46
	PAG503	33	RX29	45
	S259	33	P3992	44
low	RX23	31	CD3	43

Yields connected by the same line are not significantly different at the 5% level with Duncan's Multiple Range Test.

pertures des variétés de maïs-grain et de maïs d'ensilage recommandées pour le Manitoba. Les graines ont germé en serre à une température chaude, le maïs ne germe pas à une température très inférieure à 10 °C. À l'apparition du coléoptile, les plantules ont été exposées de 28 à 30 jours à des températures jour/nuit constantes de 10/11°. On a ensuite observé les différences de croissance, de teneur en chlorophylle ainsi que d'apparence générale des racines et des pousses.

Les hybrides ont été cotés pour leur tolérance au froid (de piètre à remarquable) d'après la croissance du système racinaire et la hauteur des pousses (tableaux 1 et 2). La croissance des pousses des plants tolérants dépassait de 100 % celle des plants sensibles. Fait encore plus important, le développement des racines chez les plants tolérants dépassait de 300 % celui qu'on observait chez les plants sensibles. Quelques-uns des 29 cultivars de maïs-grain et des 27 cultivars de maïs d'ensilage montraient un très faible développement des racines et de la plantule. Cependant, plusieurs hybrides révélaient une croissance également remarquable pour les racines et les plantules. Par conséquent, il est clair que lorsque les conditions au champ sont défavorables après la plantation, deux hybrides au nombre d'UTM identique peuvent donner un rendement très différent.

La période végétative de 1982 a offert une excellente occasion d'examiner d'un peu plus près, au champ, les relations qui pourraient exister entre le rendement et l'aptitude du maïs à résister aux températures plus froides du printemps. Une gelée rare (température de -3 à -5 °C) s'est en effet abattue sur une grande partie du Manitoba le 27 août (Figure 1). La fréquence d'un tel phénomène a été estimée à moins de 2 %. Dans une année normale, on prévoit l'accumulation de 2300 UTM pendant la période de croissance avant l'arrivée de la première gelée importante. Toutefois, seulement 1887 UTM s'étaient accumulées le 27 août à Brandon, soit 18 % de moins que la normale ! Malgré une température inférieure à la température optimale en mai et en juin, les excellentes conditions de croissance notées en juillet auraient dû se traduire par un rendement supérieur à la moyenne. Les gelées d'automne très hâtives ont cependant réduit ces espoirs de

**Tableau 1 Développement des racines et des plantules des hybrides de maïs-grain recommandés pour le Manitoba en 1981, après 30 jours à 10 °C**

Tolérance au froid	Variété	Racines mg/plant	Variété	Pousse mg/plant
Élevée	P3886	65	P3886	66
	P3994	64	HL3208	63
	P3993	55	XR14	63
	HL3208	48	LG3	61
	PR1108	48	ST244	57
	XR14	48	P3996	56
	LG3	47	P3994	56
	Pi3995	46	P3995	54
	PR0090	42	RX17	54
	P3996	42	DK24	53
	WTX17	41	PR1108	52
	RX17	41	PR090	51
	P2555	40	WTX17	50
	PR102	39	T737	50
	PX403	39	PR102	47
	DK24	38	P3993	47
	ST244	38	P2111	46
	T737	34	P2555	45
	P2111	32	DK23	44
	PAG501	32	PAG501	43
Faible	DK23	19	PX403	42
	RX22	18	RX22	31

Les traits indiquent un développement relativement semblable (seuil de 5 % selon le test de Duncan).



Figure 1. Minimum temperature iso-thermal map for western Canada on Aug. 27, 1982.

Figure 1 Isotherme minimum pour l'ouest du Canada le 27 août 1982.

very poor root and shoot growth. But several grain and silage hybrids showed outstanding growth of both roots and shoots. It was clearly evident that when field conditions were unfavorable after planting, hybrids with identical CHU ratings might still perform very differently.

The growing season in 1982 afforded an excellent opportunity to further examine, out in the field, this proposed connection between yield and a corn plant's ability to resist cold spring temperatures. A rare frost, with a severity of  $-3$  to  $-5^{\circ}\text{C}$ , hit widespread areas of Manitoba on Aug. 27th (Fig. 1). The frequency of occurrence of such an event was estimated to be less than 2%. In a normal year, 2300 CHUs are expected to accumulate during the growing season before the first killing frost. However, by Aug. 27th only 1887 CHUs were accumulated at Brandon, 18% below normal! Despite suboptimal temperatures in May and June, excellent growing conditions in July were thought to favor above-average yields. But these were dramatically curtailed by the early fall frost. Failure to germinate and grow rapidly under cold spring temperatures would be particularly devastating during a frost-shortened season, and would certainly explain the lack of yield stability seen in some hybrids.

Since 1980, the Brandon Research Station has conducted a study on grain development and yield using three corn hybrids with different CHU requirements Pioneer 3995, Pride 1108, and Coop S259, rated at 2150, 2250, and 2400 CHUs, respectively. Six-row plots with 3 replicates were sown yearly around May 1st. Yield and maturity were determined by randomly harvesting ears from within the plots at 10-day intervals beginning around Aug. 15th, when 1700 to 1900 CHUs had accumulated. There were at least 6 sampling dates each year.

Another study on grain development and yield has been run concurrently using different dates of planting. Three corn hybrids, Pioneer 3995, Pride R102, and Coop S259, were sown during the first and fourth weeks of May each year.

Tableau 2. Développement des racines et des plantules des hybrides de maïs d'ensilage recommandés pour le Manitoba en 1981, après 30 jours à  $10^{\circ}\text{C}$

Tolérance au froid	Variété	Racines mg/ plant	Variété	Pousse mg/ plant
Élevée	T855	62	P3995	66
	CUZCO	60	PX11	64
	T833	55	CUZCO	62
	PX414	51	P3957	62
	P3995	48	LG3	61
	LG3	47	PX414	60
	PR108	46	T855	60
	FG4082	45	HL3212	60
	PX11	44	FG4086	60
	RX29	43	PR108	57
	FG4086	43	S259	55
	PX419	42	FG4082	55
	PR1128	42	PR1128	55
	HL3212	42	C810	54
	P3957	42	T833	54
	RX295	41	FG4055	53
	P3992	40	PAG503	52
	FG4055	40	PX419	51
	ST2660	38	P2322	51
	C810	37	RX295	49
Faible	SX111	37	RX23	48
	P2322	35	SX111	46
	CD3	35	ST2660	46
	PAG503	33	RX29	45
	S259	33	P3992	44
	RX23	31	CD3	43

Les traits indiquent un développement relativement semblable (seuil de 5 % selon le test de Duncan).

façon draconienne. L'impossibilité de germer et de croître rapidement sous les froides températures de printemps auraient des effets dramatiques dans une saison raccourcie par le gel et expliqueraient certainement l'absence d'un rendement stable chez certains hybrides.

Depuis 1980, la Station de recherches de Brandon poursuit une étude sur le développement du grain et le rendement avec les trois hybrides — Pioneer 3995, Pride 1108 et Coop S259 — dont les exigences se situent respectivement à 2150, 2250 et 2400 UTM. Des parcelles de six rangs ont été semées en trois exemplaires chaque année vers le 1<sup>er</sup> mai. Rendement et maturité ont été déterminés par la cueillette d'épis au hasard dans les parcelles, à intervalles de 10 jours à partir du 15 août environ, ou une accumulation de 1700 à 1900 UTM. On comptait au moins six dates d'échantillonnage chaque année.

Une autre étude sur le développement du grain et le rendement a été parallèlement entreprise à des dates de plantation différentes. Trois hybrides — Pioneer 3995, Pride R102 et Coop S259 — ont ainsi été ensemencés chaque année au cours de la première et de la quatrième semaines de mai. Les parcelles et les méthodes d'échantillonnage étaient semblables à celles décrites plus haut.

Les hybrides hâtifs et tardifs présentent à peu près les mêmes exigences en UTM à partir de la formation des soies jusqu'à la maturité (Tableau 3). Par conséquent, c'est surtout la variation du nombre d'UTM nécessaires pour la croissance végétative et la formation des soies qui change la précocité des hybrides. Il est possible d'évaluer le développement du grain deux ou trois semaines après la pollinisation. Cinq ou six semaines après la pollinisation, le maïs a atteint près de 90 % de son rendement final en grain. La maturité du grain est associée à une baisse de la teneur en eau ainsi qu'à une augmentation du poids de 100 grains combinée à la densité du grain. Le maïs est parvenu à maturité quand la teneur en eau du grain est d'environ 40 % et son poids spécifique moyen, de  $700\text{ kg/m}^3$ .



Plot design and sampling procedures were similar to those described above.

Early and late hybrids exhibit about the same CHU requirements from silking to maturity (Table 3). Thus, it is primarily the variation in the number of CHUs needed for vegetative growth and silking that gives rise to the different CHU ratings for hybrids. Grain formation can be measured 2 to 3 weeks after pollination. Moreover, 5 to 6 weeks after pollination, almost 90% of the final grain yield is reached. Grain maturity is associated with a decrease in kernel moisture, as well as an increase in both 100 kernel weight (KW) and kernel density. Full maturity is attained at about 40% kernel moisture and a mean kernel density of 700 kg/m<sup>3</sup>.

Important information was gleaned in 1982 from both studies on how these hybrids responded to the frost on Aug. 27th. The average date of silking for the 2150, 2250, and 2400 CHU hybrids was July 19th, July 27th, and Aug. 1st, respectively. With only 1887 CHUs accumulated by the time of the frost, the impact on final grain yield and quality was found to vary with the CHU rating of the hybrid.

For the early hybrid, 60% of the final 100 KW and yield, and almost 92% of the final kernel density were reached even by the first date of sampling at around 1750 CHUs. Kernel moisture was 60% at that time. Although full maturity (40% kernel moisture) was estimated to occur at 2100 CHUs, final kernel density did reach No. 1 CW grade, and 100 KW approached a normal-year level. Final grain yield was reduced by one-third, however.

The medium and late hybrids suffered more drastic results, because of their earlier stages of growth at the time the frost hit. When observations were begun for these hybrids at 1800 CHUs, Pride 1108 had reached only 28% of the final yield, while Coop S259 had produced a mere 0.5 t/ha. The 40% moisture level of Pride 1108 was estimated to occur at 2200 CHUs. Its maximum kernel density did not meet the No. 1 CW grade. Both 100 KW and final grain yield were down from normal-year levels by 30% and 50%, respectively. For Coop S259, final kernel density was reduced even more since the hybrid fell about 200 CHUs short of reaching its maximum. The 40% moisture level of Coop S259 was estimated to occur at 2275 CHUs. Accordingly, both its 100KW and final grain yield were similar to those of Pride 1108.

Date of planting was also found to be critical in the frost-shortened season of 1982. Research at Brandon has shown that corn yields are reduced by 69.05 to 112.99 kg/ha per day, depending on the hybrid type, for each day after the first week of May that planting is delayed. Postponing the date of seeding until the fourth week of May led to a loss of early season performance that was never recovered. Pioneer 3995 yielded 4 t/ha when sown by the first week of May, but less than 1 t/ha (with low density and low 100 KW) when seeding was tardy. The medium and late hybrids showed even greater reductions in yield and grain quality. These results would suggest that the optimum planting date in Manitoba be advanced to May 1 to 7, from the typical current one of May 4 to 20, so as to take full advantage of all available CHUs and moisture.

The future of corn breeding lies in cold tolerance and the development of earlier maturing hybrids. Many problems, formerly associated with early planting, have been overcome with drill box seed treatments. Table 3 illustrates the importance of the early part of the growing season. Pioneer 3995 reaches silking in 1203 CHUs; Pride 1108 in 1368 CHUs; and Coop S259 in 1475 CHUs. There is much less variability to

Des renseignements importants ont été recueillis en 1982 dans le cadre de deux études sur la réaction des hybrides à la gelée du 27 août. La date moyenne de la formation des soies pour les hybrides de 2150, 2250 et 2400 UTM était respectivement le 19 juillet, le 27 juillet et le 1<sup>er</sup> août. Puisque seulement 1887 UTM avaient été accumulées au moment de la gelée, les effets sur le rendement final et la qualité du grain ont varié selon la précocité de l'hybride.

L'hybride hâtif avait atteint 60 % de son poids de 100 grains et de son rendement final ainsi que près de 92 % de sa densité finale à la première date d'échantillonnage, à environ 1750 UTM. À ce moment, le grain contenait 60 % d'eau. Bien que le grain ne parvienne à maturité (teneur en eau de 40 %) que vers 2100 UTM, la densité finale correspondait à celle de la catégorie n° 1 CO et le poids de 100 grains approchait celui d'une année normale. Toutefois, le rendement final avait baissé du tiers.

Les hybrides intermédiaire et tardif ont connu des résultats nettement moins bons, car ils étaient à un stade antérieur de croissance au moment de la gelée. Lorsque les observations ont commencé, à 1800 UTM, Pride 1108 n'avait atteint que 28 % de son rendement final alors que le rendement de Coop S259 n'était que de 0,5 t/ha. La teneur en eau de Pride 1108 aurait dû être de 40 % vers 2200 UTM. La densité maximum du grain ne correspondait pas à celle de la catégorie n° 1 CO. Enfin, le poids de 100 grains et le rendement final avaient respectivement baissé de 30 et de 50 % par rapport à une année normale. Dans le cas de Coop S259, la densité finale du grain était encore plus basse, car il manquait environ 200 UTM pour que le grain atteigne son maximum. (Coop S259 parvient à une teneur en eau de 40 %, vers 2275 UTM.) C'est pourquoi son poids de 100 grains et son rendement final étaient semblables à ceux de Pride 1108.

La date de plantation s'est également révélée être un facteur critique pour l'année 1982 raccourcie par le gel. Les recherches poursuivies à Brandon ont montré que le rendement du maïs diminue de 69,05 à 112,99 kg/ha, selon l'hybride, pour chaque jour de retard de plantation après la première semaine de mai. Repousser la date des semis à la quatrième semaine de mai entraîne une perte de rendement en début de saison qu'il est impossible de récupérer. Ainsi, Pioneer 3995 donne un rendement de 4 t/ha lorsqu'on le sème pendant la première semaine de mai, contre moins de 1 t/ha (avec grain de faible densité et poids de 100 grains diminué) pour les semis tardifs. Les hybrides intermédiaire et tardif connaissent des réductions encore plus importantes sur le plan du rendement et de la qualité du grain. Ces résultats indiquent que la date optimale des semis pourrait être avancée à la première semaine de mai au Manitoba, au lieu du 4 au 20 mai, de façon à exploiter le plus d'UTM et d'eau disponibles.

L'avenir de l'amélioration du maïs réside dans la tolérance au froid et la création d'hybrides plus précoces. De nombreux problèmes, autrefois associés aux semis hâtifs, ont pu être surmontés par le traitement des semences dans le semoir. Le Tableau 3 illustre l'importance du début de la période végétative. Pioneer 3995 atteint le stade de formation des soies à 1203 UTM, comparativement à 1368 UTM pour Pride 1108 et à 1475 UTM pour Coop S259. Les stades de la reproduction et du remplissage du grain, c'est-à-dire la période qui s'étend de la formation des soies à une teneur en eau du grain de 40 %, varient beaucoup moins. Par conséquent, s'il faut augmenter la précocité en réduisant le nombre d'UTM, les sélectionneurs devront choisir des génotypes qui tolèrent



exploit in the reproductive and grain-filling phase, from silking to 40% kernel moisture. Consequently, if maturity is to be moved toward lower CHUs, corn breeders must select for genotypes with higher cold tolerance to better use the weeks of late April and early May.

Table 3. The average CHUs for Pioneer 3995, Pride 1108, and Coop S259 from May 15th to silking, 40% kernel moisture, and a mean kernel density of 700 kg/m<sup>3</sup> (1980-82).

Variety	Silking	Silking to 40% kernel moisture	May 15 to 40% kernel moisture	May 15 to 700 kg/m <sup>3</sup>	Avg. @ CHU	Hybrid Rating
Pion 3995	1203	923	2126	2160	2143	2150
Pride 1108	1368	862	2230	2302	2266	2250
Coop S259	1475	851	2326	2500	2413	2400

@CHUs from May 15th to the average of 40% kernel moisture and 700 kg/m<sup>3</sup>.

The simultaneous increase of yield and earlier maturity is a slow process in plant breeding. At present, some hybrids require only 2100 CHUs, and a few experimentals are even close to a rating of 2050 CHUs or fewer. But earlier maturity will not be accepted at the expense of other agronomic traits. Although slightly lower yields (90% of the check) may be tolerated, stalk and root quality must be equal or superior to the standards that now exist. These latter traits are influenced by disease and insect problems, in addition to environment stress. In conclusion, breeding programs to develop hybrids with CHU ratings of 1900 are currently underway. The immediate goal of corn breeders is to have a 2000 CHU hybrid with good agronomic traits targeted for the year 1985, and a 1900 CHU hybrid by 1990. This latter achievement will make the corn crop almost risk free.<sup>3</sup>

Dr. R.I. Hamilton is chief of the forage crops section at the Agriculture Canada Research Station, Ottawa. Previously, he headed the corn program at the Agriculture Canada Research Station, Brandon, Manitoba.

mieux le froid et pousseront au cours des dernières semaines d'avril et des premières de mai.

Tableau 3. Précocité moyenne de Pioneer 3995, Pride 1108 et Coop S259, du 15 mai à la formation des soies, à une teneur en eau du grain de 40 % et à une densité moyenne de 700 kg/m<sup>3</sup> (1980-1982).

Variété	De la formation des soies	Du 15 mai à une teneur en eau de 40 %	Du 15 mai à 700 kg/m <sup>3</sup> de densité	Précocité moyenne (UTM)	Cote
Pion 3995	1203	923	2126	2160	2143
Pride 1108	1368	862	2230	2302	2266
Coop S259	1475	851	2326	2500	2413

Nombre d'UTM, du 15 mai à une teneur moyenne en eau de 40 % et à une densité de 700 kg/m<sup>3</sup> (pour le grain).

Il faudra beaucoup de temps pour parvenir à combiner une hausse de rendement et une meilleure précocité. Pour l'instant, quelques hybrides n'ont besoin que de 2100 UTM pour parvenir à maturité et quelques cultivars expérimentaux ont une précocité voisine de 2050 UTM. Cependant, on ne troquera pas d'autres caractères agronomiques contre une meilleure précocité. Bien qu'un rendement un peu plus faible (90 % des témoins) soit tolérable, la qualité de la tige et des racines doit être égale ou supérieure aux normes actuelles. Ces caractères sont influencés par la maladie et les insectes ainsi que par le stress causé par le milieu. En conclusion, les programmes d'hybridation visant à créer des cultivars d'une précocité de 1900 UTM sont en cours. Le but immédiat des sélectionneurs est de créer un hybride de 2000 UTM ayant de bons caractères agronomiques d'ici à l'année 1985 puis un hybride de précocité de 1900 UTM d'ici à 1990. Ce dernier objectif, s'il est réalisé, fera du maïs une culture presque sans risque.

M. R.I. Hamilton est le chef de la section des plantes fourragères à la Station de recherches agricoles d'Ottawa. Il dirigeait auparavant le programme d'amélioration du maïs à la Station de recherches de Brandon, au Manitoba.

## The fungicide "Benlate" — a challenge for the analytical chemist

Mikio Chiba

Benomyl, known by the trade name of Benlate, is an effective systemic fungicide. Since its introduction in the early 1970s, it has been widely used commercially, but it has presented some problems for researchers. One of the greatest problems was that benomyl decomposes to another fungitoxic compound (MBC) in water and other media, and subsequent experimental results are not reproducible. It is difficult to believe that even today the real role of intact benomyl is still not clear and the actual mode of action of these two chemicals in biological systems is not completely known.

The real problem, however, is not that benomyl decomposes, but that there is no reliable method to analyze benomyl and MBC individually. The majority of current methods intentionally decompose benomyl to MBC and determine the MBC concentration so as to calculate the initial concentra-

## Le Benlate : un fongicide qui défie l'analyse

Mikio Chiba

Le bénomyl, aussi connu sous le nom commercial de Benlate, est un bon fongicide systématique. Depuis son introduction au début des années soixante-dix, son usage s'est largement répandu mais le produit présente certains problèmes pour les chercheurs, l'un des principaux étant que le bénomyl se décompose pour donner un autre produit mycotoxique (le MBC) dans l'eau et d'autres milieux, ce qui empêche la reproduction des résultats expérimentaux. Il est difficile de croire que même aujourd'hui, le rôle véritable du bénomyl sous sa forme primitive ne soit pas encore entièrement connu, à l'instar du mode d'action des deux composés dans les systèmes biologiques.

En lui-même, le problème ne concerne pas vraiment la décomposition du bénomyl, mais plutôt l'absence de méthode fiable permettant d'analyser séparément le bénomyl et le



tion of benomyl. Using this indirect approach, it is impossible to trace the persistence of benomyl residues after a spray application, and to identify the percentage composition of benomyl and MBC in a test solution.

It is surprising that this kind of method has been used for more than 10 years. With most pesticides, an analysis of this type is not acceptable as a modern pesticide residue methodology. Why then have we made an exception in the case of benomyl?

The answer to this question seems quite simple, it appeared impossible to do otherwise. When benomyl was first introduced, the compound was considered to be unstable in water. A few chemists tried to analyze intact benomyl but were unsuccessful. This is not too surprising because the behavior of benomyl in water and common organic solvents such as acetone, benzene, chloroform and ethanol is extremely complicated and difficult to understand.

The concept that benomyl rapidly decomposes in water was proved to be incorrect. It does decompose, and rather slowly. The misconception arose from a common laboratory procedure in which residual benomyl was extracted from a freshly sprayed material with an organic solvent, such as acetone, at room temperature. It is now known that benomyl decomposes rapidly under these conditions, but since this wasn't known 10 years ago, the results obtained gave the false impression that the benomyl had decomposed rapidly in the spray water.

Benomyl was thought to be stable in organic solvents, such as acetone, because a stock solution of benomyl prepared in acetone at a high concentration was reported to be stable for an extended period of time. In fact, benomyl decomposes to MBC and butylisocyanate, but this reaction is reversible, and in time reaches equilibrium; after reaching equilibrium the benomyl concentrations remains constant. The percentage of intact benomyl remaining at equilibrium is dependent on the solvent and its temperature and concentration.

The behavior of benomyl in organic solvents created considerable confusion for researchers. Because benomyl is very difficult to dissolve in water, many researchers prepare a stock solution by dissolving it initially in an organic solvent, and dilute the stock solution later to prepare desired concentrations of benomyl in water. Even though expected concentrations of benomyl are calculated, the percentage of intact benomyl in the prepared solutions can be quite different depending on the solvent used, temperature, duration of time after preparing the stock solution and initial concentration of stock solution. Accordingly, it is difficult to reproduce experimental results even in the same laboratory, and comparisons of experimental results obtained in two different laboratories are difficult to make. It is essentially impossible at the present time to study the mode of action of benomyl *per se* without the influence of MBC, because there is no known method to stabilize benomyl in experimental media. The biological effect observed will always be the combined effect of these two compounds with ever-changing percentages of each component.

After several years of effort to overcome these difficulties, some problems have been solved. Based on kinetic studies of the behavior of benomyl in organic solvents, it is now possible to avoid many mistakes that were made in the past. Wettable powder formulations of Benlate will be analyzed for benomyl and MBC individually by a spectrophotometric method. The persistence of benomyl and MBC on sprayed plants can be traced by a high performance liquid chromatographic (HPLC)

MBC. La plupart des méthodes actuelles entraînent intentionnellement la décomposition du benomyl en MBC et se basent sur la concentration de ce dernier pour déterminer la concentration initiale du premier. Cette méthode indirecte interdit toute étude sur la persistance des résidus de benomyl après pulvérisation, de même que la détermination des proportions respectives de benomyl et de MBC dans une solution.

Fait surprenant, ce genre de méthode est en usage depuis plus de 10 ans même si aujourd'hui, elle ne serait pas acceptable pour déterminer les résidus de la plupart des antiparasitaires. Pourquoi une telle exception dans le cas du benomyl?

La réponse à cette question est de prime abord très simple : impossible de procéder autrement. Au moment de son introduction, le benomyl était considéré comme un produit instable dans l'eau. Quelques chimistes ont bien essayé d'analyser le produit intact mais sans succès. Cela n'est guère surprenant étant donné la réaction très compliquée du benomyl dans l'eau et les solvants organiques courants comme l'acétone, le benzène, le chloroforme et l'éthanol. Cette réaction est très difficile à comprendre.

Comme on l'a prouvé par la suite, il est faux que le benomyl se décompose rapidement dans l'eau. La décomposition se déroule assez lentement. Cette erreur est attribuable à une méthode courante de laboratoire au cours de laquelle le benomyl résiduel était extrait du produit fraîchement pulvérisé dans un solvant organique comme l'acétone, à température ambiante. On sait maintenant que le benomyl se décompose rapidement dans de telles conditions, ce qu'on ignorait il y a 10 ans, alors que les résultats obtenus ont donné la fausse impression que le benomyl se décomposait rapidement dans l'eau de pulvérisation.

À l'époque, on pensait que le benomyl était stable dans les solvants organiques comme l'acétone car les solutions mères à forte concentration de benomyl dans l'acétone restent stables longtemps. En fait, le benomyl se décompose en MBC et en butylisocyanate mais la réaction est réversible et finit par atteindre un équilibre après quoi la concentration de benomyl ne varie pas. La proportion de benomyl intact au point d'équilibre dépend du solvant, de sa température et de la concentration.

La réaction du benomyl dans les solvants organiques a semé la confusion chez les chercheurs. Le benomyl étant très difficile à dissoudre dans l'eau, beaucoup de chercheurs préparent la solution mère en le dissolvant d'abord dans un solvant organique puis en amenant le tout à la concentration désirée avec de l'eau. Même si on peut mesurer la concentration prévue de benomyl, la quantité de benomyl intact dans la solution finale peut être très différente selon le solvant utilisé, la température, le temps écoulé depuis la préparation de la solution mère et sa concentration initiale. Par conséquent, il est difficile de reproduire les résultats expérimentaux dans le même laboratoire, tout comme il est difficile de comparer les résultats obtenus dans deux laboratoires différents. À l'heure actuelle, il est pratiquement impossible d'étudier le mode d'action du benomyl comme tel, sans l'influence du MBC, parce qu'on ne connaît aucune méthode capable de stabiliser le benomyl dans un milieu expérimental. Les effets biologiques observés correspondront toujours aux effets combinés des deux produits dont les proportions ne sont jamais les mêmes.

Quelques problèmes ont pu être résolus après plusieurs années d'effort. Grâce aux recherches sur la cinétique de la réaction du benomyl dans les solvants organiques, on évite maintenant un grand nombre des erreurs commises autrefois. Ainsi, la concentration de benomyl et de MBC dans la pou-



method. In these two methods, the extraction of benomyl and MBC must be done at 1 °C in order to minimize the degradation of benomyl.

There is still much to be done to improve the analysis; a method is needed that can be carried out at room temperature. Another requirement is to develop a method which will prevent the degradation of benomyl in experimental media. It is essential to develop a method that can be used to determine sub-ppm levels of benomyl in aqueous solutions and some other convenient experimental media, such as agar-agar. Now, benomyl is frequently used with a companion fungicide such as captan, maneb or metiram, as a more efficient way of using this fungicide. Mode-of-action studies with 2 fungicides (3 may be more correct because MBC is always present), will be very complicated and may not succeed without the aid of comprehensive analytical data. To produce these data, a very creative, analytical method must be developed.

These methods, once developed, will be used extensively to study the mode of action of benomyl, the persistence in aqueous media, and probable effects on agricultural crops and the environment.

The role of the analytical chemist is to develop methods, often in cooperation with experienced plant pathologists, which will produce reliable residue data. This will greatly assist research efforts to ensure that benomyl is used wisely and effectively.

Dr. Chiba is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Vineland Station, Ontario.

dre mouillable de benlate est déterminée avec un spectrophotomètre. La persistance des deux produits dans les plantes traitées peut être mesurée par chromatographie en phase liquide sous pression. Ces deux méthodes nécessitent l'extraction du benomyl et du MBC à une température de 1 °C si l'on veut minimiser la dégradation du benomyl.

Les méthodes d'analyse peuvent, encore être grandement améliorées. Il faut en mettre une au point qui soit utilisable à la température ambiante. Il faut aussi en trouver une qui empêche la dégradation du benomyl dans les milieux expérimentaux. Aucune méthode ne permet de dépister le benomyl en concentration inférieure à une partie par million dans les solutions aqueuses et d'autres milieux pratiques comme la gélose.

À l'heure actuelle, on utilise fréquemment le benomyl avec d'autres fongicides comme le captane, le manèbe ou le métiram afin d'en accroître l'efficacité. Les études sur le mode d'action du benomyl avec un autre fongicide (il serait peut-être plus correct de dire deux autres puisque le MBC est toujours présent) seront très compliquées voire impossibles à réaliser en l'absence de données analytiques générales que l'on n'obtiendra qu'avec une méthode d'analyse très innovatrice.

Une fois mises au point, ces méthodes seront intensément utilisées pour étudier le mode d'action du benomyl, sa persistance en milieu aqueux et ses effets probables sur les produits agricoles et l'environnement.

Le rôle du chimiste est de développer des méthodes, qui produiront des données fiables sur les résidus, en collaboration avec de bons phytopathologistes. On facilitera ainsi beaucoup les recherches poursuivies dans le but de veiller à ce qu'on utilise le benomyl sagement et efficacement.

M. Chiba est chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada de Vineland, en Ontario.

## Potential for once-over harvest of cauliflower

N.J. Smits

**If all cauliflower plants in a field matured at the same time and could all be harvested at once, tying and harvesting could be mechanized and the crop would be more economical to grow. Subjecting young plants to a cold period shows promise of ensuring uniform maturity.**

The cole crop family are cool temperature crops, well adapted to most of Ontario's growing conditions.

Cauliflower is a high-value crop and is grown for fresh market and processing in Ontario. However, acreage of cauliflower grown in Ontario decreased from 1980 to 1981. Why? One of the main reasons is the amount of labor required to grow the crop. The largest costs of production are tying the heads and harvesting by hand. Tying the cauliflower leaves around the curd prevents discoloration due to the sun, which would make the cauliflower unmarketable. Cauliflower requires three to four harvests since all plants in one planting do not mature at the same time. Cauliflower harvesting in Ontario is done by hand, sometimes with the aid of a conveyor to move the cauliflower to a bin or wagon for packing.

## Possibilité d'une récolte unique du chou-fleur

N.J. Smits

**La récolte du chou-fleur coûte cher parce que les têtes ne mûrissent pas toutes au même rythme au champ, ce qui nécessite plus d'un passage à la récolte. Une maturation plus uniforme réduirait les coûts et encouragerait une hausse de la production. On trouvera dans ce document la description des essais poursuivis à la Ferme expérimentale de Smithfield en 1981 et 1982 pour cerner les effets du froid sur la durée et l'uniformité de la maturation du chou-fleur.**

Préférant une température fraîche, les crucifères sont bien adaptés aux conditions de croissance que l'on trouve dans la majeure partie de l'Ontario.

Le chou-fleur est une culture très lucrative qui sert à la fois pour le marché en frais et celui de la transformation en Ontario. Toutefois, les surfaces en culture dans cette province ont diminué entre 1980 et 1981. Pourquoi? Principalement à cause de la main-d'oeuvre que requiert cette culture. En effet, les coûts de production les plus importants dérivent du rabattage des feuilles sur la pomme et de la cueillette à la main. Attacher les feuilles du chou-fleur sur l'inflorescence empêche





Multiple harvests greatly increase picking costs and can be a factor in spreading diseases through the field.

If production of cauliflower could be scheduled so that one planting could be harvested on one date, costs of production could be lowered considerably and a continuity of supply could be obtained.

Trials were conducted in the 1960s and 1970s at the National Vegetable Research Station in Wellesbourne, England, to find a way to shorten the period of maturity of cauliflower cultivars grown there. One important finding of these trials was that cauliflower required a period of cold to initiate curd formation. When this cold period was experienced by cauliflower plants at a particular stage of maturity the result (although not consistent in all situations or with all varieties) was a shorter harvest period; thus getting closer to a once-over harvest.

At Smithfield a trial was initiated in 1980 to find out if a cold period affected cauliflower maturity and what temperature and length of cold period was most effective. One-week and two-week cold treatments at 8 to 10°C and 3 to 5°C were given to flats of greenhouse-grown White Top cauliflower. Treated plants were planted in individual pots and allowed to mature. As cauliflower curds formed the circumference of each head was recorded. Analysis of this data indicated that the largest number of cauliflower maturing at one time were those subjected to a one- or two-week cold period at 8 to 10°C.

A field trial was conducted in 1981 using White Top and White Summer cauliflower, varieties of economic importance in Ontario. The same cold treatments were applied as those given in the greenhouse. The treated plants were given a once-over harvest. Statistical analysis of curd circumference and weight indicated that the largest number of cauliflower in one size range harvested on one date were those subjected to the two-week cold treatment at 8 to 10°C.

In 1982 a similar trial was conducted. In both years of field trials White Summer showed more uniformity of maturity at harvest than White Top. This indicates a difference in response between varieties. In 1982, unlike 1981, there was no difference between the untreated and the cold-treated in

le soleil de la décolorer ce qui la rendrait impossible à commercialiser. En outre, on récolte le chou-fleur en trois ou quatre fois car les plants ne mûrissent pas tous en même temps. En Ontario, la récolte se pratique à la main, parfois avec un convoyeur qui achemine les choux-fleurs jusqu'à une cellule ou une remorque pour l'emballage. Les cueillettes multiples augmentent beaucoup les frais de récolte et peuvent favoriser la propagation des maladies au champ.

Si l'on pouvait cultiver les choux-fleurs de manière à les récolter en une seule fois, les coûts de production baisseraient considérablement et l'on parviendrait à régulariser les approvisionnements.

Au cours des années 1960 et 1970, on a essayé de raccourcir la période de maturation des cultivars à la station de recherches sur les légumes de Wellesbourne, en Angleterre. Lors des essais, on a constaté qu'une période de temps froid était nécessaire pour que le légume entre en floraison. Lorsque la température froide survient à un stade donné de maturité, il est possible de raccourcir la période de récolte (bien que ces résultats ne soient pas uniformes pour l'ensemble des situations ou des variétés). Par conséquent, on se rapproche davantage d'une récolte unique.

En 1981, à la ferme de Smithfield, on a essayé de voir si une période de temps froid pouvait affecter la maturation du chou-fleur puis de déterminer le degré de température ainsi que la durée de la période de froid qui permettaient la maturation la plus efficace. Des caissettes de choux-fleurs White Top cultivés en serre ont été soumises à une et à deux semaines de temps froid, à des températures respectives de 8 à 10 °C et de 3 à 5 °C. Les plants traités ont été repiqués en pots individuels et on les a laissés mûrir. Au moment de la formation de l'inflorescence, on a mesuré la circonférence de chaque pomme. L'analyse des données indique qu'un plus grand nombre de choux-fleurs mûrissent en même temps après une ou deux semaines de température froide (8 à 10 °C).

En 1981, un essai au champ a été effectué avec les cultivars White Top et White Summer, deux variétés très cultivées en Ontario. Les plants ont reçu le même traitement que ceux cultivés en serre et ont été récoltés par passage unique. Les données sur la circonférence et le poids de la pomme indiquaient que l'on récolte le plus grand nombre de choux-fleurs de même calibre en une seule fois, quand ils ont été soumis à deux semaines de temps froid variant entre 8 et 10 °C.

Un essai similaire a été repris en 1982. Les deux années, la variété White Summer présentait à la récolte, un degré de mûrissement plus uniforme que le cultivar White Top. Par conséquent, les variétés réagissent différemment au traitement. Contrairement à ce qui était arrivé en 1981, on n'a noté, en 1982, aucune différence entre plants non traités et traités relativement au nombre de pommes prêtes à être récoltées en une seule fois. Les plants White Summer traités et les témoins ont mûri sur une période relativement courte, 75 à 80 % des choux-fleurs étant prêts à être cueillis à la même date. Cette relative uniformité entre les plants traités et les plants non traités pourrait provenir du fait qu'en 1982, à l'époque où le traitement en couche froide a été appliqué, les témoins ont poussé au champ, à une température plus fraîche qu'à l'accoutumé, comparativement à ce qui était arrivé en 1981 où la température avait été assez chaude. Il est possible que les conditions de froid se soient rencontrées à l'état naturel pour les témoins en 1982.

Les résultats obtenus aux essais de Smithfield indiquent que les variétés ont des exigences différentes relativement à la période de temps froid. Ainsi, le cultivar White Top réagit



terms of the number of cauliflower ready to cut at one harvest. All treatments of White Summer, including the control, had very concentrated maturity, with 75 to 80% of the cauliflower ready to pick on one date. The lack of a difference between treatments could be due to the control plants experiencing cooler temperatures occurring naturally during the time cold treatments were being given in 1982, compared with 1981, when temperatures were quite warm. Therefore, the control plants may have experienced their cold period requirement under natural conditions in 1982.

The results of Smithfield trials indicate that varieties differ in their requirements for a cold period. White Top showed less response to the cold treatment, perhaps because it requires longer to mature than White Summer, and it should have received a cold treatment later. Work done by Salter and James in England suggests that the temperatures under which cauliflower plants are raised before they are field planted may have a bearing on the effect of a given cold treatment. This will be looked at further with Ontario-grown varieties and weather conditions.

Understanding the effects of temperature on the maturation of cauliflower may enable us to use this to devise a practical commercial method of predicting cauliflower maturation. Achieving concentration of maturity of cauliflower would lead to mechanization of tying and of harvesting and make the crop more economical to grow.

Ms. Smits is a researcher at the Agriculture Canada Smithfield experimental Farm, Trenton, Ontario.

peut-être moins aux températures froides parce qu'il prend plus de temps à mûrir que la variété White Summer ou parce que les températures froides devraient survenir plus tardivement. Les travaux poursuivis par Salter et James en Angleterre suggèrent que la température à laquelle le chou-fleur est cultivé avant d'être repiqué peut avoir une influence sur les effets du traitement en couche froide. Cette hypothèse sera bientôt examinée pour les variétés cultivées en Ontario et les conditions météorologiques de la province.

Une fois que l'on aura compris les effets de la température sur la maturation du chou-fleur, on pourra peut-être mettre au point une méthode pratique pour prévoir la maturation des pommes. Si elle se concentre sur une période de temps assez brève, il sera peut-être possible de mécaniser le rabatage des feuilles et la récolte afin de rendre la production de cette culture plus économique.

Mme Smits poursuit des recherches à la Ferme expérimentale de Smithfield, d'Agriculture Canada, à Fenton, en Ontario.

## Nematodes in Ontario potatoes

T.H.A. Olthof

**Nematodes, microscopic worms that live in soil and roots, are quite common in Ontario potato fields. They cause losses averaging about 10%. The species found in Ontario, their control, and future research projects are described.**

In 1981, 344,042 tonnes of potatoes, worth \$46,8 million, were produced on 14,689 ha in Ontario. Among the many diseases and pests of this important crop are nematodes, microscopic worms which live in the soil and roots.

Nematodes are not generally regarded as a serious production problem in the Ontario potato crop because nematodes rarely reach levels high enough to cause spectacular crop failures. Much more often they occur in modest numbers and cause losses averaging 10%, which usually go unnoticed in the field. Symptoms of the disease can easily be confused with other problems. They include irregular patches of poor crop growth, early wilting and yellowing, and general stunting.

During the past decade, several potato nematode surveys and numerous growers' samples have repeatedly shown that plant parasitic nematodes are quite common in the Ontario potato crop. In one detailed study, 32 out of 50 problem fields in the Alliston area were infested by the root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*, and 12 with the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. About half the infested fields contained populations which exceeded the damage threshold of 2,000 *P. penetrans* or 6-700 *M. hapla*/kg of soil, as determined in microplots at Vineland Station in the early 1970s. A further two *Pratylenchus* spp. and nine other plant

## Les nématodes dans les pommes de terre de l'Ontario

T.H.A. Olthof

**Des enquêtes ont révélé que des nématodes parasitent fréquemment les pommes de terre de l'Ontario. Des pertes moyennes de 10 pour 100 passent souvent inaperçues au champ. Le présent article décrit les espèces de nématodes les plus courantes en Ontario, la façon dont ils envahissent les plants et quelques mesures de lutte.**

En 1981, les agriculteurs ontariens ont récolté 344 042 tonnes de pommes de terre sur 14 689 hectares pour un montant global de 46,8 millions de dollars. Dans la foule de maladies et de parasites qui s'attaquent à cette importante culture on trouve les nématodes, vers microscopiques qui vivent dans le sol et les racines.

En Ontario, on ne considère généralement pas les nématodes comme un grave problème de production, car la densité de leur population est rarement assez élevée pour entraîner des ravages spectaculaires. On les rencontre beaucoup plus souvent en nombre modeste et ils n'entraînent que des pertes d'environ 10 pour 100 qui passent inaperçues au champ. Les symptômes de cette maladie sont souvent confondus avec d'autres. En effet, ils se caractérisent par des plaques de taille irrégulière où les plants croissent mal, par un flétrissement hâtif et par un jaunissement en plus d'un rabougrissement général.

Au cours de la dernière décennie, plusieurs enquêtes sur les nématodes de la pomme de terre et de nombreux échan-



parasitic species, belonging to six genera, were also found. Fortunately, some very damaging potato nematodes occurring elsewhere, such as the golden cyst nematode, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, and the Columbia root-knot nematode, *Meloidogyne chitwoodi*, have not been found in Ontario.

The root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*, is probably the most important nematode in Ontario and attacks almost any plant (Figure 1). Males and females are roughly the same size and they stay eel-shaped during their entire life. The nematode invades the root and starts feeding inside. They mate and lay eggs inside the roots. After hatching, the larvae may move within the same root or pass through the soil to enter other roots.

Their presence in the roots causes brownish lesions, which, if numerous, destroy normal root function, resulting in stunting and early wilting. Moreover, these wounds are often entrances for fungi and bacteria that may cause further trouble. In fact, a combination of *Pratylenchus penetrans* and *Verticillium dahliae* (a fungus) is known to cause a distinct disease termed Early Dying.

*Pratylenchus penetrans* destroys feeder roots and stolons, resulting in fewer and smaller potatoes (Figure 2), and decreases in the weight of tops and roots. The numbers increase in the soil during the growing season, provided the initial densities are not too high. When the initial attack is too severe, much of the root system will be destroyed, leaving little room for nematode reproduction. Another species of root-lesion

tillons prélevés par des agriculteurs ont montré à maintes reprises que les nématodes sont des parasites très communs dans les champs ontariens. Dans une étude détaillée, on a ainsi constaté que 32 champs sur 50 de la région d'Alliston, où l'on avait décelé des problèmes, étaient infestés par *Pratylenchus penetrans* et 12 autres par *Meloidogyne hapla*. À peu près la moitié des champs infectés contenaient une population suffisante pour que les dégâts soient importants (2000 *P. penetrans* ou de 600 à 700 *M. hapla*/kg de sol), selon les résultats obtenus sur des microparcelles à la Station de recherches de Vineland, au début des années soixante-dix. On a également découvert deux autres espèces du genre *Pratylenchus* et neuf phytoparasites de six genres différents. Heureusement, les nématodes les plus dangereux de la pomme de terre, comme *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* que l'on trouve ailleurs, ainsi que *Meloidogyne chitwoodi* que l'on trouve en Colombie, n'existent pas en Ontario.

*Pratylenchus penetrans* est sans doute le nématode le plus courant en Ontario et celui-ci s'attaque pratiquement à tous les végétaux (Figure 1). Le mâle et la femelle sont approximativement de la même taille et gardent leur apparence d'anguille toute leur vie. Le nématode envahit la racine et commence par en ronger l'intérieur. Les deux sexes s'accouplent dans la racine où sont également déposés les oeufs. Après l'éclosion, les larves peuvent rester dans la même racine ou sortir dans le sol pour en infester une autre.

La présence de nématodes dans la racine crée des lésions brunâtres qui, lorsqu'elles sont nombreuses, empêchent la racine de fonctionner normalement ce qui se traduit par le rabougrissement et le flétrissement précoce du plant. En outre, ces blessures ouvrent souvent la porte aux champignons et aux bactéries qui peuvent aggraver la situation. En fait, l'attaque combinée de *Pratylenchus penetrans* et de *Verticillium dahliae* (un champignon) entraîne une maladie distincte que l'on appelle « mort hâtive ».

*Pratylenchus penetrans* détruit les racines qui alimentent la plante ainsi que les stolons, ce qui diminue le nombre et la taille des tubercules (Figure 2) en plus de réduire le poids des organes aériens et des racines. Au cours de la période végétative le nombre de nématodes dans le sol augmente pourvu que la densité de population initiale ne soit pas trop élevée. En effet, lorsque l'infestation initiale est trop grande, une bonne partie du système racinaire est détruite ce qui limite la reproduction des nématodes. Une autre espèce, *Pratylenchus crenatus*, a été découverte dans 12 champs sur 50. Cette espèce réduit le rendement de la culture en Ohio et est associée à des dépressions gris-brun sur les tubercules.

Le deuxième nématode le plus important en Ontario est *Meloidogyne hapla*. Les larves de ce nématode ressemblent à une anguille et ce sont elles qui infestent les racines. Une fois à l'abri, la larve gonfle à mesure qu'elle approche de sa maturité et la racine s'hypertrophie pour donner une galle ou un noeud. La femelle engorgée pond plusieurs centaines d'oeufs sous la forme d'un amas gluant fixé à la galle. Deux ou trois générations par année peuvent se succéder selon la température. Les galls sur les racines empêchent l'absorption de l'eau et le système racinaire de fonctionner normalement ce qui se traduit par divers symptômes sur les organes aériens, comme un rabougrissement et un flétrissement précoce. Il existe une relation inverse entre le nombre de nématodes de cette espèce et le nombre ainsi que le poids de tubercules commercialisables. Au contraire, le poids des tubercules rejetés augmente avec la population des nématodes. Il semble que les stolons, comme les racines, prolifèrent sous l'in-

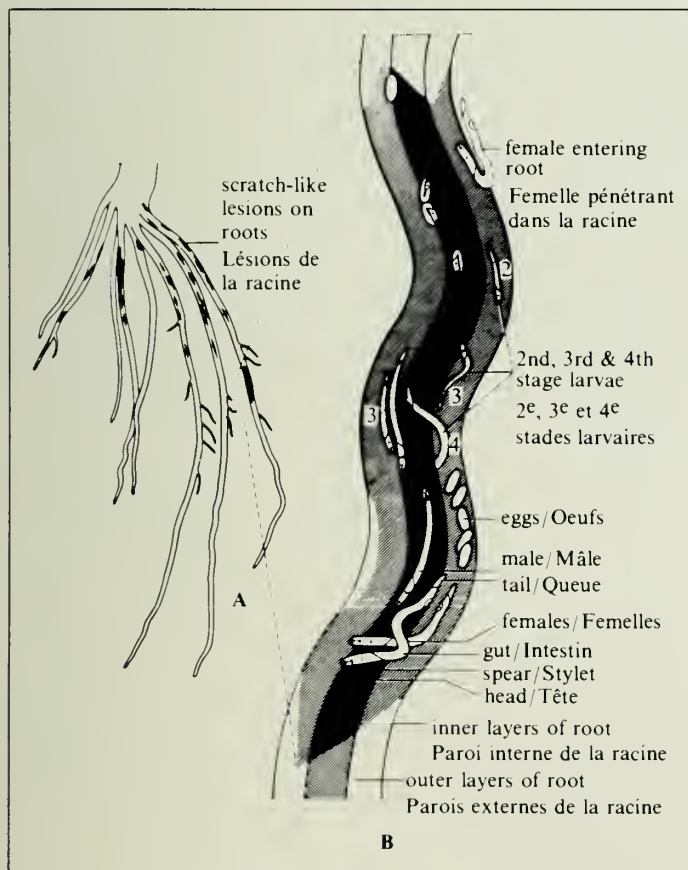


Figure 1. Schematic drawing of root lesion showing life cycle of *Pratylenchus penetrans*. (Drawing by J.L. Townshend).

Figure 1 Lésions causées par *Pratylenchus penetrans* dans les racines, aux différents stades de vie du parasite. (Dessin de J.L. Townshend).





Figure 2. Decreases in yield of Sebago potatoes with increases in the number of root-lesion nematodes in the soil at planting.

Figure 2 Baisse de rendement des pommes de terre Sebago avec la hausse de la population des nématodes dans le sol, au moment de la plantation.

nematode, *Pratylenchus crenatus*, was found in 12 of the 50 fields. It has been reported to reduce potato yields in Ohio and to be associated with gray-brown, sunken, cracked lesions on the tuber.

The second most important nematode in the Ontario potato crop is the northern root-knot nematode, *Meloidogyne hapla*. The infective larvae of this nematode are eel-shaped and penetrate the roots. Once inside, larvae swell up as they mature and the root enlarges to form a gall or knot in response to the nematode. The swollen female produces several hundred eggs in a sticky mass attached to the gall. There may be two to three generations a year, depending on the temperature. The presence of galls on the roots interferes with normal water uptake and other root functions, resulting in above-ground symptoms such as stunted growth and early wilting. There is an inverse relation between the number of root-knot nematodes and the number and weight of marketable tubers. However, the weight of unmarketable culls increases with increasing root-knot nematode populations. It appears that the stolons, as well as the feeder roots, proliferate due to the root-knot nematode, causing an increase in small, unmarketable culls.

Nematode problems are often difficult to diagnose. If a nematode problem is suspected and the potato extension specialist agrees, a nematologist at Vineland Station will verify it on the basis of soil and root analyses, and forward, freed-of-charge, recommendations for control through the specialist.

In practice, potato nematodes can be satisfactorily controlled only with chemicals. To date, almost no systematic research on the chemical control of potato nematodes has been conducted in Ontario. Although some local trials have been done, most of the information has been imported from neighboring states in the United States and from Prince Edward Island, and much extrapolated from chemical control of tobacco nematodes.

If the land is heavily infested, control calls for an application of a pre-plant soil fumigation. The chemicals most widely used are D-D, at 200-400 L/ha, Telone II B, at 130 L/ha, and Vorlex, at 55-130 L/ha. Soil fumigants are injected into soils as liquids, which vapourize and diffuse as a gas through



Figure 3. Testing six potato cultivars, grown in microplots at Vineland Station, on their relative susceptibility to *Pratylenchus penetrans*.

Figure 3 Essai de six cultivars de pommes de terre en microparcelles à la Station de Vineland pour la sensibilité à *Pratylenchus penetrans*.

fluence du nématode, ce qui entraîne une hausse du nombre de pommes de terre trop petites pour être mises en marché.

Il est souvent difficile de diagnostiquer les problèmes qui dérivent de la présence de nématodes. Lorsqu'on en soupçonne l'existence et que le vulgarisateur spécialisé dans la culture des pommes de terre abonde dans ce sens, un nématologiste de la Station de Vineland procèdera à une vérification d'après une analyse du sol et des racines. Des recommandations sur les moyens de lutte seront ensuite transmises gratuitement aux vulgarisateurs.

En pratique cependant on ne peut combattre les nématodes de la pomme de terre de façon satisfaisante qu'avec des produits chimiques. Or, jusqu'à présent, on ne poursuit pratiquement aucune recherche systématique sur la lutte chimique contre les nématodes de la pomme de terre en Ontario. Bien que l'on ait effectué certains essais locaux, la plupart des renseignements viennent des États américains limitrophes ou de l'Île-du-Prince-Édouard et beaucoup de données sont extrapolées à partir de celles qu'on tire de la lutte contre les nématodes du tabac.

Lorsque le terrain est très infesté, il est nécessaire de fumer le sol avant la plantation. Dans ce cas, les produits les plus utilisés sont le D-D, à raison de 200 à 400 L/ha, le Telone II B, à raison de 130 L/ha, et le Vorlex, à raison de 55 à 130 L/ha. Les fumigants sont injectés dans le sol à l'état liquide et se diffusent sous forme gazeuse dans les interstices du sol. Le fumigant peut être appliqué dans chaque rang, ou à la volée quand on doit traiter tout le champ.

Lorsque la population des nématodes est faible, cette méthode n'est pas économique. Les insecticides systémiques Temik 10G et Furadan 10G combattent très efficacement les deux espèces de nématodes précitées, bien qu'ils ne soient pas homologués comme nématicides au Canada.

Les recherches qu'on poursuit à l'heure actuelle, ou qu'on prévoit entreprendre dans un proche avenir, portent sur l'évaluation de la sensibilité relative des différents cultivars de pommes de terre à *Pratylenchus penetrans* au moyen de microparcelles (Figure 3); sur l'efficacité de plusieurs nématicides homologués et potentiels dans un champ de pommes de terre d'Alliston fortement infesté par *P. penetrans*, afin de déterminer le produit le plus économique; et sur le pou-



the air spaces in the soil. The fumigant can be injected either broadcast, where the whole field is treated, or in the row.

With low nematode numbers, soil fumigation may not be economically feasible. However, the systemic insecticides Temik 10G and Furadan 10G have been found quite effective in reducing the number of root-lesion and root-knot nematodes, but they are not registered for use as nematicides in Canada.

Research currently in progress or planned for the near future deals with an assessment of the relative susceptibility of different potato cultivars to the root-lesion nematode, *Pratylenchus penetrans*, using microplots (Figure 3); a comparison of several registered and potential nematicides in a grower's field at Alliston, heavily infested with *P. penetrans*, to determine best economic control; and a study of the relative pathogenicity of the three root-lesion nematode species found (*P. penetrans*, *P. crenatus* and *P. neglectus*) on potatoes under Ontario conditions.

---

Dr. Olthof is a research scientist at Agriculture Canada Research Station, Vineland Station, Ontario.

voir pathogène relatif des trois espèces de nématodes découvertes dans les champs ontariens, dans les conditions de croissance de cette province.

---

M. Olthof est chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Vineland, en Ontario.

## Farm Use of Canola Oil

M.A. Stumberg

Canadian agriculture has become increasingly dependent on adequate supplies of middle distillate (diesel fuel) for its vital daily functions. Research has been seeking renewable alternatives or supplements to those supplied through conventional fossil resources. A promising possibility is canola oil, and its family of chemical derivatives and blends, which can form a fuel with improved operational properties. This article will outline some of the rationale for, and findings of, the University of Saskatchewan research project sponsored by the Agriculture Canada ERDAF contract research program.

Why canola oil, instead of ethanol, for example? The level of capital investment and technology required to produce canola oil is significantly lower than that for ethanol. Oil extracted by a screw press and then filtered can be poured directly into a diesel tank, will mix in all proportions with any remaining diesel, and will perform in a fashion similar to diesel. However, excess operation on canola only will result in excessive engine deposition, a problem which is currently being studied. Ethanol, especially the anhydrous form suitable for tank mixing, is much more intensive and expensive to produce. Impure or hydrous ethanol requires a separate fuel system, which would turn the diesel engine into a dual-fuel compression ignition (CI) engine. The energetics (ratio of energy output to input) of production of canola appears to be more favorable than ethanol. Preliminary calculations revealed that 15% of an average prairie farmer's land would have to be planted to either canola or rapeseed to provide enough liquid fuel energy to allow him to maintain his operation on the other 85%. The infrastructure for producing large-scale quantities of canola oil is partially in place in the form of commercial crushing plants. The residual material is suitable as a protein and energy supplement for cattle feed. Ethanol production would require new capital expenditures, with the residual material requiring extensive dewatering before it would be suitable for livestock.

## Utilisation de l'huile de canola à la ferme

M.A. Stumborg

L'agriculture canadienne dépend de plus en plus d'un approvisionnement suffisant de distillat intermédiaire (diesel) pour ses opérations quotidiennes les plus importantes. Les chercheurs ont essayé de trouver des carburants renouvelables de remplacement ou des compléments pour les ressources classiques de matériaux fossiles. Une solution prometteuse est l'huile de canola et la série de produits et de composés chimiques qui en dérivent, car on peut les utiliser pour fabriquer un carburant plus efficace. Le présent article décrit une partie des objectifs et des découvertes du projet de recherches de l'Université de la Saskatchewan, financé dans le cadre du programme de recherches contractuelles du programme RDEAA d'Agriculture Canada.

Pourquoi penser à l'huile de canola plutôt qu'à l'éthanol par exemple? Le degré d'investissement et de technologie requis pour fabriquer l'huile de canola est sensiblement inférieur à celui qu'il faut pour fabriquer l'éthanol. L'huile extraite au moyen d'une presse à vis et filtrée peut être versée directement dans le réservoir du véhicule, se mélanger intégralement au restant de carburant diesel et fonctionner comme ce dernier. Toutefois, un emploi excessif d'huile entraîne un encrassement exagéré du moteur, problème actuellement à l'étude. L'emploi de l'éthanol, en particulier sa forme anhydre, qu'on mélange à l'essence demande beaucoup plus de travail et coûte beaucoup plus cher. L'éthanol impur, ou hydraté, nécessite l'installation d'un système distinct d'alimentation ce qui fait du moteur diesel un moteur à ignition et à compression à double carburant. La production de l'huile de canola semble plus prometteuse sur le plan énergétique (énergie produite par rapport à l'énergie apportée) que celle de l'éthanol. Les calculs préliminaires ont révélé que chaque agriculteur des Prairies devrait consacrer en moyenne 15 % de ses terres à la production du canola ou d'un autre type de colza pour avoir assez



The canola alternative is not quite as rosy as it might seem. In Figure 1, the viscosity of canola and some of its blends and derivatives are compared to diesel fuel. As the ambient temperature approaches freezing, the canola oil rapidly thickens until it is too viscous to flow through an ordinary fuel filter. At this point, the engine would stall. Blends of 75% diesel and 25% canola, and the methyl ester derivative, have much better viscosity at temperatures near freezing, but exhibit operational problems. This characteristic would severely limit its use, especially in the northern prairie region.

A major deterrent to the use of canola oil as a fuel has been its cost. Cost per gigajoule (GJ) as of 1981 was \$17/GJ. To be equivalently priced, diesel would have to be worth \$2.78/gal or twice the current price. If canola oil were the only available fuel, however, price would not be a concern. The future price relationship between fossil energy prices and canola is expected to remain relatively stable, mostly due to the economic ripple caused by rising energy prices.

Canola has several positive aspects. Despite its lower estimated cetane number and its lower energy content per unit of weight, it appears to be an acceptable fuel from a power and fuel consumption standpoint. Figure 2 illustrates the similar power characteristics of the two fuels, with canola appearing to produce slightly more power than the diesel fuel. This is partly due to the higher density of the canola. Fuel consumption per unit of output (BSFC) as shown by Figure 3 is also comparable, with canola being somewhat ahead. This is a very positive result. The similarity between the fuels means that a farmer could switch to canola and suffer no penalty in the tractor size required for a given operation. The farmer could simply operate as before, using the same tractor for the same machinery.

Modifications to engine maintenance schedules, engine use, and engine design help reduce some of the problems associated with using a vegetable oil. Heavier-than-usual deposits in the oil are a serious problem which can be reduced by decreasing to 50 hours the time interval between lubrication oil changes. The engine should be kept at full power as much as possible. Part load and part throttle conditions seem to

de carburant liquide pour effectuer les travaux requis sur les 85 % de terres restantes. L'infrastructure permettant de fabriquer de l'huile de canola sur une échelle industrielle est partiellement en place sous la forme d'usines de trituration. Les résidus de la trituration peuvent être utilisés comme complément protéique et énergétique pour les bovins. De son côté, la fabrication d'éthanol nécessiterait de nouveaux investissements et les résidus, une déshydratation importante, avant de pouvoir être utilisés par le bétail.

L'emploi du canola n'est toutefois pas aussi simple qu'il le semble. La Figure 1 compare la viscosité de l'huile de canola et de certains de ses mélanges ou dérivés à celle du carburant diesel. À mesure que la température ambiante approche du point de congélation, l'huile s'épaissit au point de devenir trop visqueuse pour passer à travers un filtre à essence ordinaire. À ce moment, le moteur grippe. Un mélange constitué au trois quarts de carburant diesel et au quart d'huile de canola et de son ester méthylique offre une meilleure viscosité pour des températures près du point de congélation, mais soulève des problèmes de fonctionnement ce qui en limite gravement l'usage, en particulier dans le nord de la région des Prairies.

Un des principaux obstacles à l'emploi de l'huile de canola comme carburant est son coût élevé. En effet, le coût de l'huile par gigajoule (GJ) était de 17 \$ en 1981. Si le carburant diesel était à un prix équivalent, il se vendrait 2,78 \$/gal., soit le double du prix actuel. Si l'huile de canola était le seul carburant disponible, le prix ne poserait certainement pas de pro-

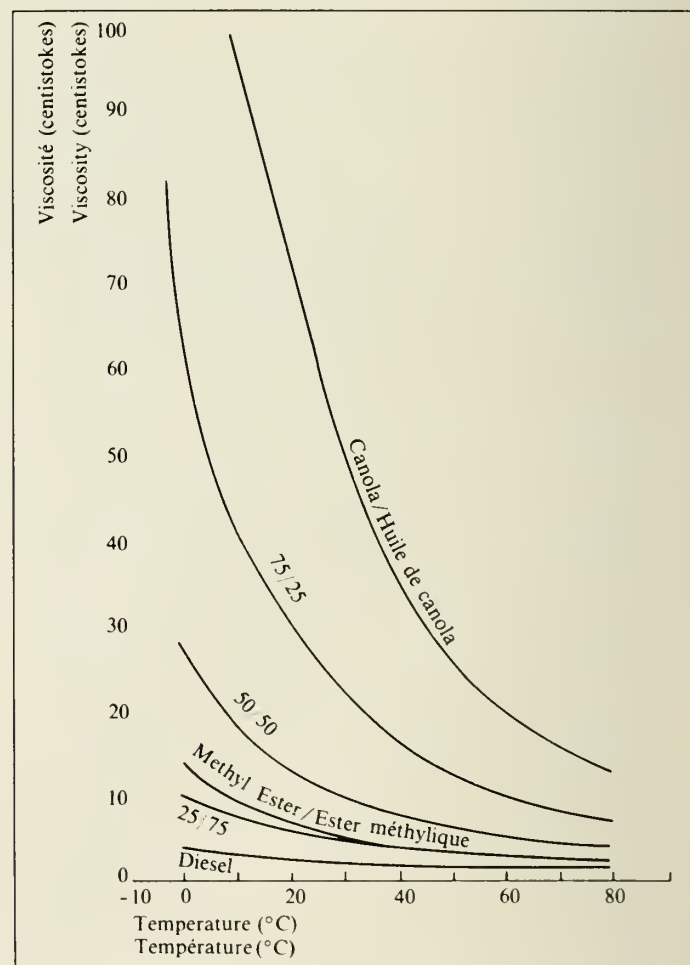


Figure 1. Viscosity vs temperature for canola and diesel blends.

Figure 1 Viscosité de l'huile de canola et des mélanges au diesel à différentes températures



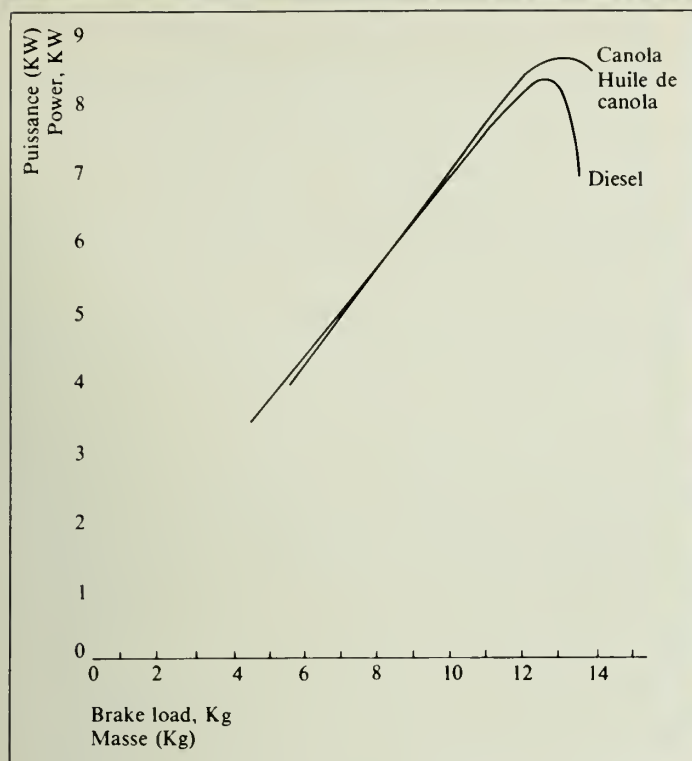


Figure 2. Power curves canola oil vs diesel  
Figure 2 Puissance de l'huile de canola et du diesel

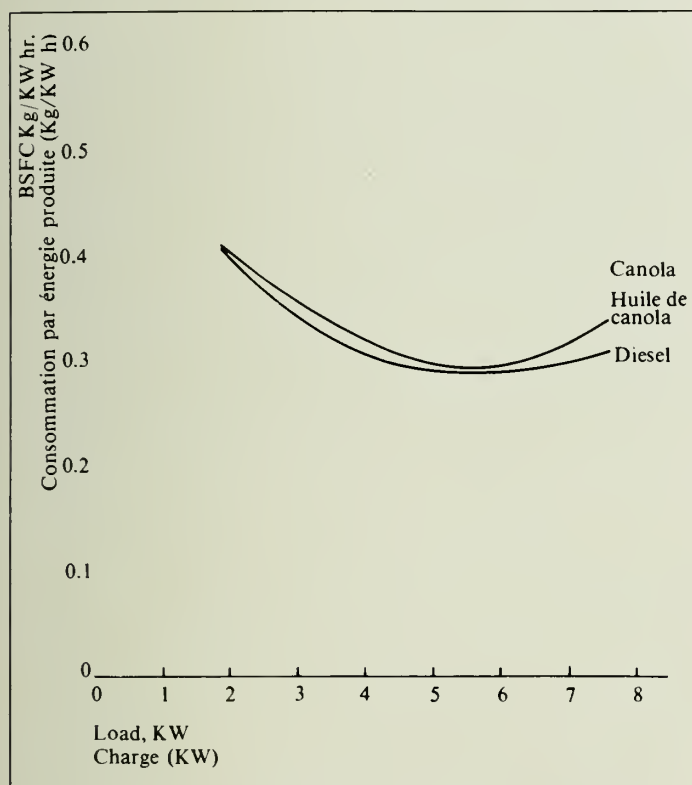


Figure 3. Specific fuel consumption canola and diesel  
Figure 3 Consommation d'huile de canola et de diesel

increase the combustion chamber deposits. Also, using only diesel every second tankful seems to help clean any accumulated carbon out of the combustion area. Finally, prechambered or indirect injection engines seem to be less prone to fouling than direct injection compression ignition engines like



blème. Le rapport, dans l'avenir, entre le prix des énergies fossiles et celui de l'huile de canola devrait rester assez stable surtout en raison des répercussions économiques de la hausse des prix de l'énergie.

Le canola présente cependant plusieurs avantages. Malgré son indice plus faible de cétane et sa valeur énergétique plus faible par unité de poids, l'huile semble un carburant acceptable du point de vue puissance et consommation. La Figure 2 illustre les propriétés similaires des deux carburants quant à la puissance, l'huile de canola semblant produire un peu plus de puissance que le carburant diesel. Ceci est dû en partie à la plus grande densité de l'huile. La quantité de carburant consommée par unité d'énergie produite, telle qu'indiquée à la Figure 3, est aussi comparable, l'huile étant un peu meilleure. Il s'agit là de résultats très intéressants. La similarité qui existe entre les deux carburants signifie qu'un agriculteur pourrait passer à l'huile de canola sans que la taille du tracteur pose un problème pour une opération particulière. L'agriculteur continuerait à utiliser sa machine comme avant, aux mêmes fins.

En modifiant le calendrier d'entretien du moteur, l'usage du moteur et sa conception, on devrait pouvoir atténuer certains des problèmes reliés à l'emploi d'une huile végétale. Les dépôts plus lourds que normaux dans l'huile constituent un grave problème que l'on peut atténuer en réduisant l'intervalle entre les changements d'huile à 50 heures. Le moteur devrait fonctionner à plein régime le plus souvent possible. En effet, baisser le régime par un usage partiel du diffuseur semble accroître les dépôts dans la chambre de combustion. En outre, en remplissant le réservoir seulement avec du carburant diesel une fois sur deux, on nettoie le carbone accumulé dans la chambre de combustion. Enfin, les moteurs à injection indirecte semblent tomber en panne moins souvent que les moteurs à explosion par injection directe comme ceux qu'on utilise généralement aujourd'hui. Retourner aux moteurs préchambrés entraînerait toutefois des dépenses excessives de réusinage et de recalibrage des moteurs existants.

Comme c'est le cas pour de nombreux substituts de l'énergie fossile, l'huile de canola présente de nombreux problèmes

those in general use today. A step backwards to the pre-chamber design would, however, cost massive amounts of money in retooling and retrofitting of existing engines.

As with many of the alternatives to fossil energy, canola has many problems which require continued research. It should be remembered that many of the challenges facing vegetable oils once faced diesel fuel, but years of research were able to deliver a safe, reliable fuel and engine package suited to mass use today. It is hoped that the agricultural industry, and society as a whole, have at least the same amount of time to develop safe, viable alternatives to our current fossil fuels.

M.A. Stumborg is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Swift Current, Saskatchewan.

qui nécessiteront la poursuite des recherches. On se rappellera qu'un grand nombre des difficultés que pose l'emploi des huiles végétales se sont déjà posées pour le carburant diesel, mais des années de recherches ont conduit à la fabrication d'un carburant sûr et fiable et d'un moteur convenant à un emploi aujourd'hui généralisé. Il reste à espérer que le secteur agricole, et la société dans son ensemble, consacrent la même somme de temps à la mise au point de produits sûrs et fiables qui remplaceront les carburants fossiles actuels.

M. Stumborg est un chercheur attaché à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Swift Current, en Saskatchewan.

## Simulating grasshopper damage to rangeland

J.M. Hardman and M.K. Mukerji

**Grasshoppers cause considerable damage to Western Canada rangeland. Methods of forecasting potential for grasshopper damage and the uses of estimating models are discussed.**

Grasshoppers are well known for their attacks on cereals, legumes and other field crops, but in Western Canada they also cause damage to rangeland and cultivated pasture. Grasshoppers cut and waste much more than they eat, and the effect of their damage is both short-term and long-term. Early-season feeding by grasshoppers on actively growing vegetation and late-season feeding on cured vegetation have the immediate effect of reducing the food supply of grazing cattle. In the longer term, the consumption of seed by grasshoppers prevents natural regeneration of the range. Overgrazing by the combination of cattle and grasshoppers weakens desirable perennial grasses and permits the invasion and spread of weeds as well as forbs and shrubs that are unsuitable feed for cattle. In addition, excessive removal of grass cover promotes desiccation and heating of soil during dry periods and soil erosion in wet spells.

Grasshopper control on rangeland is now achieved by avoidance of overgrazing and by the judicious use of insecticides. Overgrazing promotes grasshopper abundance because open patches of bare or sparsely-covered ground make excellent egg-laying sites for many of the more troublesome species. Also, the plant composition on overgrazed rangeland promotes grasshopper survival and egg production of those same species. Insecticides should be used sparingly to avoid disruption of the rangeland community (including wildlife, pollinators, and arthropods that feed on grasshoppers). The low economic return per hectare of rangeland only occasionally justifies extensive use of insecticides.

Unfortunately, it is often difficult to determine both the necessity and the appropriate time for application of insecticides. Different grasshopper species have various damage potentials because they differ in feeding preferences, in individual feeding rates, and in reproductive potential. Weather is an added complication. Both the rate of growth of the vegetation and the damage potential of a grasshopper population are strongly influenced by weather. Vegetation growth is promoted by cool, wet conditions, whereas grasshopper attacks

## Simulation des ravages causés aux grands parcours par les criquets

J.M.A. Hardman et M.K. Mukerji

**Les criquets causent des dégâts considérables aux Prairies de l'Ouest canadien. Le présent document étudie comment évaluer les dommages éventuels causés par ces insectes et utiliser les modèles de prévision.**

Les criquets sont bien connus pour les ravages qu'ils causent aux céréales, aux légumineuses et aux autres grandes cultures mais, dans l'ouest du Canada, ils causent également des dégâts importants aux parcours et aux prairies artificielles. Les criquets coupent les herbes et les gaspillent beaucoup plus qu'ils ne les mangent, et leur ravages ont des effets à la fois à court et à long terme. Les méfaits des criquets en début de saison, lorsque la végétation pousse activement, et en fin de saison, lorsque la végétation est sèche, ont pour conséquence immédiate de réduire la quantité d'aliments à la disposition des bovins en paissance. À plus long terme, la consommation des graines par les criquets empêche la repousse naturelle du parcours. Une surutilisation du parcours à la fois par les bovins et les criquets affaiblit les graminées vivaces souhaitables et favorise l'invasion et la multiplication des mauvaises herbes ainsi que des herbacées et des plantes arbustives qui ne peuvent servir de nourriture au bétail. En outre, une réduction excessive de la couverture végétale favorise la dessiccation et le réchauffement du sol en période sèche et son érosion par temps humide.

À l'heure actuelle, sur les parcours, la lutte contre les criquets se limite à un emploi judicieux des insecticides et à éviter une paissance excessive qui favoriserait la multiplication du ravageur. En effet, les plaques de sol nu chichement recouvert sont d'excellents sites de ponte pour la plupart des espèces les plus dévastatrices. De plus, la végétation sur un parcours surpaissé favorise, par sa composition la survie de ces mêmes espèces et leur production d'oeufs. Il faudrait utiliser les insecticides avec parcimonie pour éviter de bouleverser la biocénose du parcours (animaux sauvages, pollinisateurs et arthropodes qui s'attaquent aux criquets). Le faible revenu par hectare tiré de l'exploitation des parcours ne justifie qu'à l'occasion un emploi intensif des insecticides.



are most severe under warm, sunny conditions. The same grasshopper population that is innocuous when moisture is plentiful may drastically reduce cattle feed and cause serious rangeland deterioration in a drought.

### The simulation model

One way to estimate the effect of weather on the interaction between grasshoppers and rangeland is with the use of computer simulation models (Hardman and Mukerji 1982). Using published data, we developed equations describing the effects of ambient temperature, rainfall, and species of host plant on rates of development, survival, and egg production of three of the more economically important species of grasshopper: the migratory grasshopper, *Melanoplus sanguinipes* (F.), the clear-winged grasshopper, *Camnula pellucida* (Scudd.) and the Packard grasshopper, *Melanoplus packardii* Scudder. Other data permitted us to develop equations describing the effects of ambient temperature on the feeding and clipping rates of each of the 5 nymphal stages and adults of *M. sanguinipes*.

In all these equations the rates of development, survival, egg production, and feeding were proportional to heat units. For eggs, heat units were degree-days above 2°C; for nymphs and adults, heat units were degree-days above 18°C. Grasshopper eggs are contained in pods buried in the soil. Thus, in the model, heat units for eggs were a function of daily maximum and minimum temperatures at depths of 2-cm (*C. pellucida*) or 5-cm (*M. sanguinipes* and *M. packardii*).

Nymphs and adults are found in the plant canopy near the ground surface. In the model, heat units for these life stages were a function of daily minimum air temperatures and maximum body temperatures of individuals basking in the sun. Equations were developed for a microclimate submodel that used air temperature, top-of-atmosphere solar radiation, and hours of bright sunshine to compute soil temperatures and the body temperature of a grasshopper in the plant canopy. This was followed by the population submodel, which described the effects of microclimatic conditions on daily changes in the densities of eggs, nymphs, and adults, plus amounts of vegetation eaten or clipped by the population. The model was tailored to a given species of grasshopper by using appropriate constants in the equations found in the population submodel.

### Testing the model

The predictive power of the model was tested by sampling grasshoppers in a bromegrass-alfalfa pasture at a study site 120 km northwest of Saskatoon, Saskatchewan. Simulated densities of nymphs and adults were compared with densities observed in the pasture. Estimates of the initial density and age-structure of egg populations of *M. sanguinipes*, *M. packardii* and *C. pellucida* were based on samples of egg pods taken in the spring and fall over the interval from the fall of 1973 to the fall of 1976.

After egg pods had been collected from soil samples and cleaned in a bleach solution, levels of embryonic development were determined by examining eggs under a microscope. Densities of nymphs and adults were determined at 6 to 10 day intervals from June to August in 1974 to 1976. Data fed into the simulation model included the initial density and age structure of grasshopper eggs in the spring, plus appropriate weather data for each day in the growing season (Figure 1).

Malheureusement, il est souvent difficile de déterminer à la fois s'il est nécessaire d'utiliser des antiparasitaires et le moment approprié pour les appliquer. Les différentes espèces de criquets commettent des ravages variés suivant leurs préférences alimentaires, leur taux d'alimentation individuel et leur capacité de reproduction. Le climat ne fait qu'ajouter au problème. La rapidité de croissance de la végétation et l'importance des ravages d'une population de criquets sont très influencés par les conditions météorologiques. Ainsi, les plantes poussent plus rapidement par temps frais et humide alors que les criquets commettent surtout des dégâts par temps ensoleillé et très chaud. La même population de criquets, inoffensive par temps pluvieux, peut réduire la quantité de fourrage de façon radicale et entraîner une grave détérioration du parcours en période de sécheresse.

### Le modèle de simulation

Une façon d'évaluer les effets du temps sur l'interaction entre criquets et parcours consiste à utiliser un modèle de simulation électronique (Hardman et Mukerji, 1982). À partir de données connues, on a élaboré des équations décrivant les effets de la température ambiante, des précipitations et des espèces de plantes hôtes sur la rapidité de croissance, la survie et le taux de ponte de trois espèces de criquets parmi les plus importantes sur le plan économique : le petit criquet voyageur, *Melanoplus sanguinipes* F., le criquet pellucide, *Camnula pellucida* (Scudd.) et le criquet de Packard *Melanoplus packardii* Scudder. D'autres données ont permis de mettre au point des équations qui décrivent les effets de la température ambiante sur le taux d'alimentation et de destruction de chacun des cinq stades nymphaux et des adultes de *M. Sanguinipes*.

Dans chaque équation, les taux de croissance, de survie, de ponte et d'alimentation étaient proportionnels au nombre d'unités thermiques. En ce qui concerne la ponte, les unités thermiques correspondent au nombre de degrés-jours au-dessus de 12 °C; au nombre de degrés-jours au-dessus de 18 °C pour les nymphes et les adultes. Les oeufs de criquets se trouvent dans des coques ou oothèques enfouis dans le sol. Par conséquent, dans le modèle, les unités thermiques propres aux oeufs dépendent des maximums et des minimums quotidiens de température à une profondeur de 1 cm (*C. pellucida*) ou de 5 cm (*M. sanguinipes* et *M. packardii*) dans le sol.

On trouve les nymphes et les adultes dans le feuillage près du sol. Dans le modèle, les unités thermiques pour ces instars dépendent de la température quotidienne minimale de l'air et de la température maximale du corps des criquets exposés au soleil. Les équations d'un sous-modèle pour de microclimat ont été élaborées à partir de la température ambiante, du rayonnement solaire, dans la partie supérieure de l'atmosphère, et du nombre d'heures d'ensoleillement afin de déterminer la température du sol et celle du corps des criquets cachés dans le feuillage. On a ensuite mis au point un sous-modèle sur la population des ravageurs décrivant les fluctuations quotidiennes du nombre d'oeufs, de nymphes et d'adultes selon le microclimat, ainsi que la quantité de végétation mangée ou dévastée par cette population. Le modèle peut être adapté à une espèce précise de criquet grâce à l'emploi des constantes appropriées dans les équations du sous-modèle sur la population.

Generally, there was good agreement between predicted density patterns on rangeland and observed densities on pasture, although densities of final instar nymphs and adults occasionally declined more rapidly than predicted by the model (Figure 2). It is likely that factors not emphasized in the model caused this decline. The first such factor is a late-season decline in the quality of food plants. The survivorship schedule for adults used in the model is based on data where grasshoppers were kept in cages and fed fresh green vegetation. It is likely survival rates in the field would decline as the vegetation matures and dries out.

Dispersal is a second possible factor. Adults of many grasshopper species, including those in this study, abandon sites where vegetation has dried out and move to sites where vegetation is lush. There is also alternating movement between feeding sites and sites suitable for egg-laying.

A third factor in the decline in densities is natural enemies. The model assumes 95% survival from egg to adult. However, in the Canadian prairie provinces, *M. sanguinipes* is attacked by 11 species of parasitic flies. Most of these do not cause death until the grasshopper is a late instar nymph or

## Essai du modèle

On a évalué la valeur prédictive du modèle en échantillonnant des criquets dans une prairie de brome et de luzerne à un site expérimental situé à 120 km au nord-ouest de Saskatoon, en Saskatchewan. On a ensuite comparé la densité des populations prévues de nymphes et d'adultes avec celles qu'on observe dans la nature. La densité de population initiale prévue et la quantité d'oeufs selon l'âge pour *M. sanguinipes*, *M. packardii* et *C. pellucida* se basaient sur des échantillons d'oothèques prélevés au printemps et à l'automne, entre l'automne de 1973 et l'automne de 1976.

Une fois les oothèques retirées du sol et nettoyées avec un solvant, on a déterminé le degré de développement de l'embryon en examinant les oeufs au microscope. La densité de population des nymphes et des adultes a été déterminée à des intervalles de 6 à 10 jours entre le mois de juin et le mois d'août, de 1974 à 1976. Les données introduites dans le modèle de simulation comprenaient la densité initiale et la quantité d'oeufs selon l'âge au printemps, plus les données météorologiques appropriées pour chaque jour de la période végétative (Figure 1).

En règle générale, la densité de population prévue pour les parcours et la densité observée sur les pâturages concordaient relativement bien, quoique la densité des derniers instars de nymphes et d'adultes ait en certaines occasions baissé beaucoup plus rapidement que ne le prévoyait le modèle (Figure 2). Il est probable que cette baisse résulte de facteurs sur lesquels le modèle ne met pas d'insistance, par exemple la réduction de la qualité nutritive des végétaux en fin de saison. Les chances de survie pour les adultes introduites dans le modèle reposent sur des données obtenues avec des criquets élevés en cage et nourris avec des végétaux frais. Il est probable que le taux de survie au champ baisse quand les plantes parviennent à maturité et sèchent.

La dispersion est un autre facteur possible. Les criquets adultes de nombreuses espèces, entre autres des espèces à l'étude, quittent les endroits où la végétation a séché pour d'autres où la végétation est encore luxuriante. En outre, on note un va-et-vient entre les sites où les insectes se nourrissent et ceux où ils pondent.

Les prédateurs naturels constituent un troisième facteur qui explique la baisse de population. Le modèle évalue à 95 % le taux de survie de l'oeuf à l'adulte. Toutefois, dans les prairies canadiennes, *M. sanguinipes* est la proie de 11 espèces de mouches parasites dont la plupart n'entraînent la mort du criquet qu'au dernier instar nymphal ou au stade adulte. Les oiseaux peuvent également entraîner de grandes diminutions de population. Ainsi, en 1975, on a vu des vols entiers de goélands et d'étourneaux dévorer les nymphes et les adultes du dernier instar, au site expérimental.

## Utilisation pratique du modèle

Pour déterminer les possibilités d'emploi du modèle, on a entrepris une série de simulations sur ordinateur de façon à calculer le moment optimum pour l'application des insecticides. Dans le premier exemple, on a étudié un pâturage de brome et de luzerne uniquement infesté par *M. sanguinipes*, avec une densité initiale des oeufs et des conditions météorologiques identiques à celles observées au site expérimental, en Saskatchewan, en 1974 et 1976. Le modèle a ainsi prévu que la population de criquets en 1974 (densité maximum de 4,5 % d'adultes/m<sup>2</sup>) aurait détruit 188 kg de végétation par hectare au cours de la saison alors qu'en 1976 une popula-

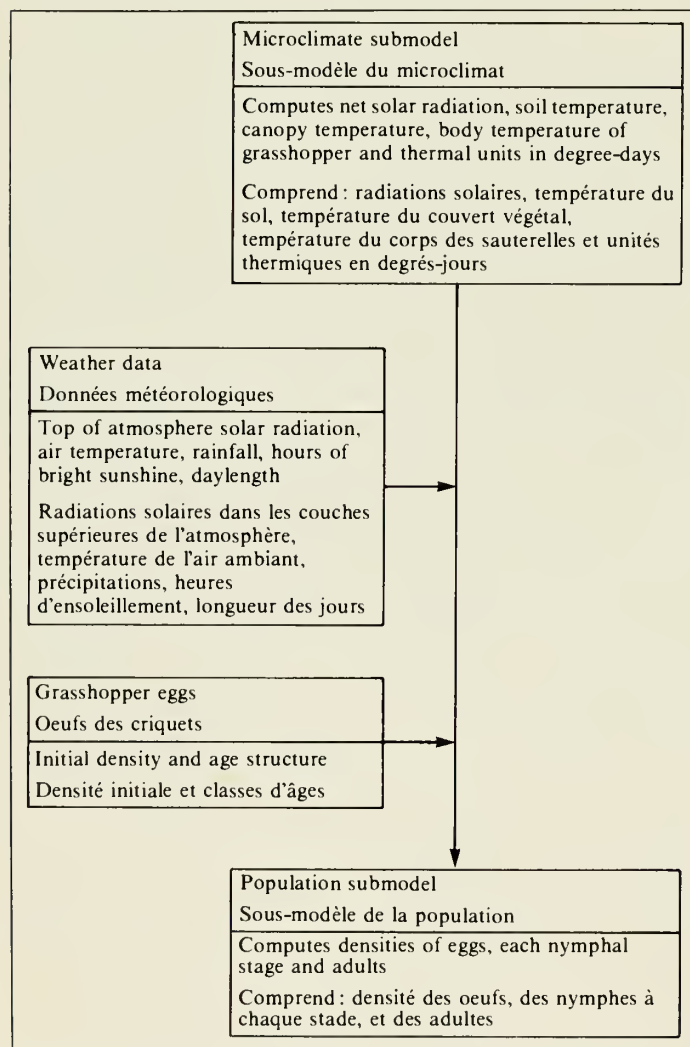


Figure 1. Flows of information in the model simulating the effects of weather on changes in grasshopper density. (drawing from Hardman and Mukerji 1982)

Figure 1 Flux de l'information traitée par le modèle simulant les effets des conditions météorologiques sur la densité de population des criquets (diagramme de Hardman et Mukerji 1982).



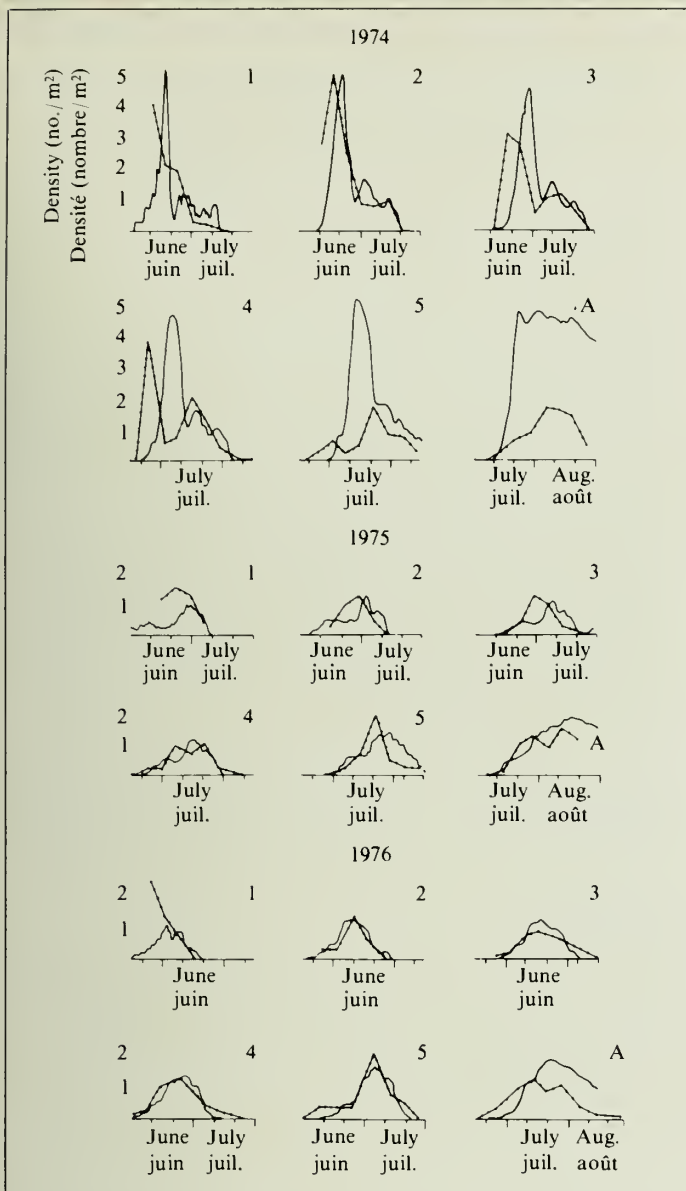


Figure 2. Observed (dotted line) and simulated (solid line) densities of life stages of *M. sanguinipes* in 1974, 1976, and 1976. Numbers denote nymphal stages, 'A' denote adults. (graph from Hardman and Mukerji 1982)

Figure 2 Densité de population observée (pointillé) et prévue (trait plein) pour les divers stades de *M. sanguinipes* en 1974, 1975 et 1976. Les nombres indiquent les stades nymphaux et la lettre A, le stade adulte (graphique de Hardman et Mukerji 1982).

an adult. Birds may also cause heavy losses. In 1975 flocks of seagulls and blackbirds were seen feasting on late instar nymphs and adults at the study site.

#### Practical uses for the model

To determine the model's potential for practical use we conducted a series of simulation experiments on the computer to determine the optimum time to apply insecticide. In our first example we considered a brome-alfalfa pasture infested solely by *M. sanguinipes*, where initial egg density and weather conditions were exactly as observed at the study site in Saskatchewan in 1974 and 1976. The model predicted that the grasshopper population present in 1974 (peak adult den-

sity plus faible (1,8 adulte/m<sup>2</sup>) et un temps plus chaud entraînerait des pertes de 155 kg/ha. Le modèle a ensuite servi à déterminer la meilleure date à laquelle appliquer les insecticides en supposant que ceux-ci aient une demi-vie très courte mais une grande efficacité. (Dans notre exemple, la demi-vie était de 24 heures et le taux de mortalité initial, de 95 % pour les nymphes et les adultes exposés au produit le jour de son application. Ces chiffres sont réalistes pour certains produits utilisés dans la lutte contre les criquets, lorsque l'application a lieu à un moment où la végétation croît rapidement.) L'insecticide a été appliqué à l'une des neuf dates possibles, habituellement le 1<sup>er</sup> ou le 15 du mois entre mai et août, ou le 31 août (Figure 3). Les dommages les plus faibles ont été enregistrés en 1974 après application de l'insecticide le 1<sup>er</sup> juillet. La date la plus propice en 1976 était le 15 juin. Dans les deux cas, la meilleure date d'application était proche du moment où le nombre de nymphes du troisième instar est le plus élevé, quand la plupart des oeufs ont éclos. (L'éclosion des oeufs était le plus élevé sont survenues plus tôt en 1976 à la suite du temps plus chaud.) Les applications plus hâtives sont moins efficaces car une plus grande partie de la population n'est pas encore éclos et n'est donc pas exposée au produit. Les appli-

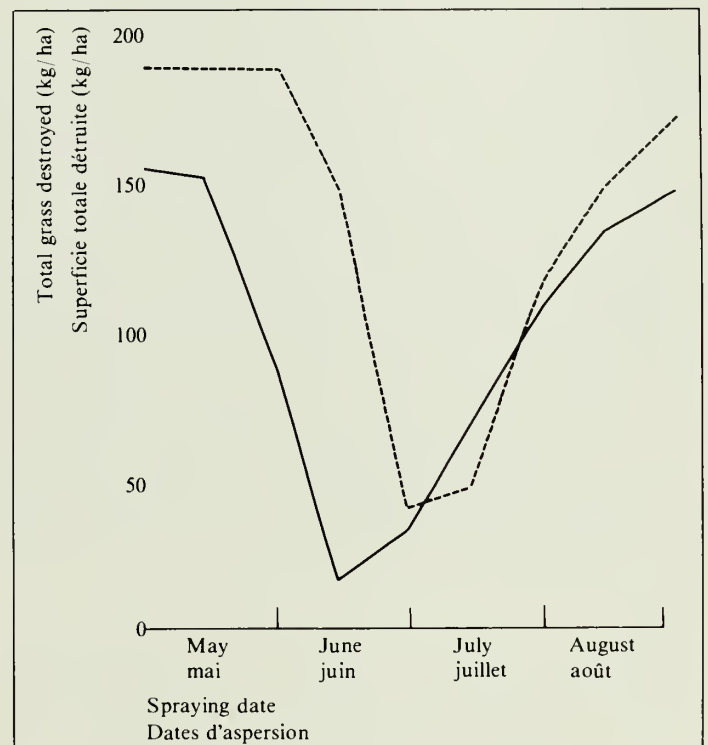


Figure 3. Predicted effects of date of insecticide application on the total amount of vegetation destroyed during the season by populations of *M. sanguinipes* in 1974 (broken line) and 1976 (solid line). The best spraying dates were July 1 in 1974 and June 15 in 1976, when third instar nymphs were at peak abundance. (graph from Hardman and Mukerji 1982).

Figure 3 Effets prévus de la date d'application de l'insecticide sur la quantité de végétation détruite pendant la période de croissance par *M. sanguinipes* en 1974 (pointillé) et en 1976 (trait plein). Les dates de pulvérisation les plus propices étaient le 1<sup>er</sup> juillet 1974 et le 15 juin 1976, lorsque le nombre de nymphes du troisième instar était à son maximum (graphique de Hardman et Mukerji 1982).

sity of 4.5/m<sup>2</sup>) would have destroyed 188 kg of vegetation/ha over the season, whereas in 1976 with a smaller population (1.8/m<sup>2</sup>) but warmer weather, the population would have destroyed 155 kg/ha. We then used the model to determine the best date to apply insecticide, given a chemical with a very short half-life but a good kill rate. (In this example the half-life was 24 h and the initial kill rate was 95% of all nymphs and adults exposed to the insecticide the day it was applied. These figures are realistic for some insecticides used in grasshopper control, if they are applied to rapidly growing vegetation.) Insecticide was applied on one of 9 possible dates, usually either the 1st or 15th of the month from May to August, or on August 31st (Figure 3). Damage was lowest in 1974 if insecticide was applied July 1. The best date in 1976 was June 15. In both cases the best application date was close to the time of peak abundance of third instar nymphs, when most eggs had hatched into nymphs. (Hatching and the time of peak abundance of third instars were earlier in 1976 because of the warmer weather.) Earlier applications were less effective because a larger fraction of the population was still in the egg stage and therefore not exposed to insecticide. Applications after the optimal date were also less effective because the grasshoppers were allowed to do more damage to the pasture before being controlled.

The grasshopper simulation model can contribute to pest management in two ways. First, the model may serve as a useful supplement to other research activities, such as sampling and experimentation, thereby enhancing our understanding of the interactions between weather conditions, range management practices, and grasshopper damage to rangeland. Such insights will allow researchers to devise more efficient and reliable methods of pest management. Our study of the effect of date of insecticide application exemplifies this use of the model. A second, more direct application of the model is in forecasting, that is, making predictions of grasshopper abundance and damage which apply to specific times and places. Forecasts may assist pest managers to time their sampling activities appropriately and may provide early warning of potentially serious grasshopper damage so that ranchers and extension personnel can prepare for effective counter-measures. The grasshopper model has not yet been used in this way, but we are optimistic about its potential, judging from the success of similar models used in the management of other pests.

cations sont également moins efficaces après la date optimale car les criquets ont déjà commis plus de dégâts au pâturage.

Le modèle de simulation peut faciliter la lutte contre les insectes de deux façons. D'abord, il peut être utile pour les diverses activités de recherche comme l'échantillonnage et l'expérimentation; en améliorant, par conséquent, nos connaissances sur les interactions qui existent entre conditions météorologiques, exploitation des parcours et dommages causés par les criquets sur ces mêmes parcours. Les données qui en dérivent permettront aux chercheurs de mettre au point des méthodes de lutte plus efficaces et plus fiables. L'étude sur les effets de la date d'application de l'insecticide illustre bien la finalité du modèle. Une autre application plus directe consiste à prévoir le nombre de criquets et leurs dégâts à des moments et à des endroits précis. Les prévisions pourraient aider les personnes qui luttent contre les ravageurs à choisir le moment le plus opportun pour l'échantillonnage et servir d'avertissement quand les risques de ravages sont très élevés afin que les exploitants de grands élevages et les agents de formation professionnelle puissent se préparer et prendre des mesures efficaces. Le modèle n'a pas encore été utilisé de cette façon, mais nous sommes optimistes quand à ses possibilités étant donné le succès des modèles similaires utilisés pour lutter contre d'autres parasites.

---

M. J.M. Harman, auparavant de la Station de recherches de Lethbridge, poursuit des recherches à Kentville, en Nouvelle-Écosse. M. K. Mukerji est chercheur à la Station de recherches de Saskatoon.

---

### Bibliographie

Hardman, J.M. et M.K. Mukerji. 1982. "A Model Simulating the Population Dynamics of the Grasshoppers (Acrididae) *Melanoplus sanguinipes* (Fabr.), *M. packardii* Scudder, and *Camnula pellucida* (Scudder)", dans *Res. Popul. Écol.* vol. 24, n° 2, pp. 276-301.

---

Dr. Hardman, formerly of the Agriculture Canada Research Station, Lethbridge, Alberta, is a research scientist at Kentville, Nova Scotia. Dr. Mukerji is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Saskatoon, Saskatchewan.

---

### Reference

Hardman, J.M. and M.K. Mukerji. 1982. A model simulating the population dynamics of the grasshoppers (Acrididae) *Melanoplus sanguinipes* (Fabr.), *M. packardii* Scudder, and *Camnula pellucida* (Scudder). *Res. Popul. Ecol.* 24(2): 276-301.



## Effects of altered carcass suspension and delayed chilling upon factors contributing to beef quality

L.E. Jeremiah, A.H. Martin, and G. Actymichuk

The effects on beef tenderness and color of different suspension methods and chilling treatments are reported. The conclusion from the studies undertaken is that neither altered suspension methods nor delayed chilling will sufficiently improve the quality of beef for commercial adoption.

Since the demand for meat, in general, and beef, in particular, is dependent upon consumer acceptance, processing practices with potential for enhancing the physical or textural properties of beef must be developed and tested. Delayed chilling for relatively short periods of time at elevated temperatures has been observed to enhance visual appearance, consumer acceptability, and lean color, as well as the tenderness of the product. Various other reports have indicated that altering the method of suspension of pre-rigor carcasses also improved tenderness. Both techniques are believed to improve tenderness by preventing carcasses from entering rigor mortis in a contracted state. It is also believed that delayed chilling may result in improved tenderness as a result of increased activity of autolytic enzymes within the muscle, which accelerate the normal aging process. However, since carcasses are held at relatively high temperatures for short periods of time during delayed chilling, increases in microbial growth on meat surfaces is a concern.

Recent studies conducted at the Lacombe Research Station has revealed that suspension of beef carcasses from the hip (aitch bone) as apposed to suspension from the hock (Achilles tendon) reduced the amount of force required to shear samples from the loin strip (*longissimus dorsi*) and top round (*semimembranosus*), but not from the tenderloin (*psaos major*); and produced darker lean color in the top round. Such altered suspension also resulted in longer sarcomeres, smaller muscle fiber diameters, and fewer wavy fibers in the loin strip and top round, indicating less contraction in the post-rigor muscle, with the opposite effects occurring in the tenderloin. It was also observed that top round muscle fibers from carcasses suspended from the hip fragmented more easily.

Delayed chilling for 24 hours at 13°C or 22°C resulted in lower acidity (higher pH values) in the top round. Moreover, when delayed chilling treatments (12 or 24 hours at 13 or 22°C) affected muscle color, treated sides had darker lean color than their conventionally chilled counterparts. Textural properties (shear values and taste panel tenderness), histological muscle properties, and the amount of juice expressible from muscle were generally unaffected by the delayed chilling treatments evaluated. In addition, microbial counts (psychrotrophic and mesophilic) generally did not differ between treated and control sides and did not increase significantly on either treated or control sides during 6 days of aging.

Neither altered carcass suspension nor delayed chilling produced consistent effects on the content or heat solubility of intramuscular collagen, or its histological properties.

## Effets du mode de suspension des carcasses et de la réfrigération différée sur la qualité du boeuf

L.E. Jeremiah, A.H. Martin et G. Actymichuk

Les auteurs examinent les effets de différentes méthodes de suspension et de refroidissement sur la tendreté et la couleur du boeuf. Ils en concluent que modifier les méthodes de suspension et retarder la réfrigération n'améliorent pas suffisamment la qualité du boeuf pour en justifier l'application commerciale.

Puisque la demande de viande, en général, et de boeuf, en particulier, dépend de l'acceptation du produit par les consommateurs, il est nécessaire de mettre au point et d'essayer des méthodes de transformation susceptibles d'améliorer les propriétés physiques ou la texture du boeuf. Retarder la réfrigération en gardant la viande à une température plus élevée pendant une brève période de temps améliore l'apparence et la tendreté de la viande, la couleur du maigre et, partant, la réaction du consommateur. Divers rapports indiquent qu'une modification du mode de suspension des carcasses avant qu'elles ne soient frappées par la rigidité cadavérique en augmente également la tendreté. On pense que ces techniques empêchent les carcasses de se contracter avant la rigidité cadavérique. On croit également que de retarder la réfrigération en améliore la tendreté en raison d'une activité plus intense des enzymes autolytiques dans les muscles, ce qui accélère le vieillissement normal de la viande. Toutefois, comme les carcasses sont gardées à une température relativement élevée pendant une brève période de temps, on craint la prolifération des bactéries à la surface de la viande, quand on retarde la réfrigération.

Des études récentes poursuivies à la Station de recherches de Lacombe révèlent que la suspension des carcasses par la hanche, contrairement à la suspension par le jarret (tendon d'Achille), diminue la force requise pour prélever des échantillons de la longe (*longissimus dorsi*) et de l'intérieur de ronde (*semimembranosus*) mais pas du filet (*psaos major*) et donne une viande maigre plus foncée dans l'intérieur de ronde. La nouvelle méthode de suspension entraîne également un allongement des sarcomères, un raccourcissement du diamètre des fibres musculaires et une diminution du nombre de fibres ondulantes dans la longe et l'intérieur de ronde, ce qui indique une contraction plus faible du muscle après la rigidité cadavérique, mais des effets inverses dans le filet. On a également observé que les fibres musculaires de l'intérieur de ronde se fragmentent plus facilement lorsque les carcasses sont suspendues par la hanche.

En retardant la réfrigération de 24 heures et en gardant les carcasses à une température de 13 °C ou de 22 °C, on diminue l'acidité (pH plus élevé) dans l'intérieur de ronde. En outre, ce traitement (12 ou 24 heures à 13 ou 22 °C) modifie la couleur des muscles, la viande maigre des côtés traités étant plus foncée que celle des carcasses refroidies de la façon classique. Les facteurs liés à la texture (valeur au cisaillement et tendreté à la dégustation), les propriétés histologiques du muscle et la quantité de jus que l'on peut en exprimer ne sont généralement pas touchés par le retard de la réfrigération. En

Additional requirements for labor and cooler space to implement the alteration of suspension of carcasses under commercial conditions would undoubtedly more than offset the relatively small improvements in tenderness. Therefore, it may be concluded from these studies that neither altered carcass suspension nor delayed chilling offer promise for economically improving the quality of beef under commercial conditions.

Drs. Jeremiah Martin, and Actymichuk are research scientists at the Agriculture Canada Research Station, Lacombe, Alberta.

autre, la numération bactérienne (micro-organismes, psychrotrophes et mésophiles) est généralement la même chez les carcasses traitées et les carcasses témoins et n'augmente pas de façon significative chez l'une ou l'autre au cours des 6 jours de vieillissement.

La nouvelle méthode de suspension et le retard de réfrigération n'ont toutefois d'effets conformes ni sur la concentration, ni sur la thermosensibilité ni sur les propriétés histologiques du collagène intramusculaire.

Les exigences supplémentaires de main-d'oeuvre et d'espace requis pour modifier la méthode de suspension dans des conditions commerciales feraient sans aucun doute plus que neutraliser l'amélioration relativement faible de la tendreté de la viande. Par conséquent, on peut dire que ni la nouvelle méthode de suspension des carcasses ni le retard de réfrigération ne semblent prometteurs en ce qui concerne l'amélioration économique de la qualité du boeuf dans des conditions commerciales.

MM. Jeremiah, Martin et Actymichuk sont des chercheurs d'Agriculture Canada à la Station de recherches de Lacombe, en Alberta.

## Breed averages and age of dam adjustment factors for birth weight of beef cattle

A.K.W. Tong, and J.A. Newman

**The use of age-of-dam adjustment factor in the revised ROP program is discussed. The superiority of this revision over the previously-used method of estimating birth weights is outlined.**

Calf birth weight has been shown to be an important factor associated with ease of calving. Therefore, selection for smaller birth weight can be an effective way of improving calving ease. Calf birth weight increases with the age of the dam, which suggests that statistical adjustment is appropriate when comparing birth weights of calves from dams of differing ages. Birth weight is also needed for the calculation of pre-weaning average daily gain ( $ADG = \text{weaning weight} - \text{birth weight} / \text{days to weaning}$ ).

For many beef operations, birth weight is difficult to record. For 1971 through 1980, birth weight was not recorded for 67% of the calves born in the Federal-Provincial Record of Performance (ROP) program for beef cattle. In this study, birth records from the ROP beef data bank were used to estimate breed averages and age-of-dam adjustment factors. An edit procedure was performed to select records in ROP herds with relatively low percentage (less than 50%) of estimated weights. An estimated birth weight was defined as a weight which had a similar value to the ROP recommended national breed average birth weight. This subset of data consisted of 191,535 calves from 7,021 herd-years, tested during 1971 to 1980.

The average birth weights by breed of sire and sex of calf for the 23 major sire breeds that had at least 100 calves are given in Table 1. These breed average birth weights were estimated by averaging over herd, year of test, breed of dam and

## Correction du poids de naissance des bovins de boucherie selon la moyenne de la race et l'âge de la mère

A.K.W. Tong et J.A. Newman

**Suit une discussion sur l'emploi du facteur de correction pour l'âge de la mère dans le nouveau programme de contrôle d'aptitudes. On y souligne la plus grande exactitude de cette correction comparativement à la méthode utilisée auparavant pour estimer le poids au vêlage.**

Le poids des veaux à la mise bas est un facteur important par rapport à la facilité de vêlage. C'est pourquoi la sélection d'animaux d'un poids inférieur à la naissance est une bonne façon d'améliorer la facilité du vêlage. Le poids au vêlage augmente avec l'âge de la mère et il est donc convenable d'effectuer certaines corrections statistiques quand on compare le poids des veaux issus de mères d'âges différents. Le poids à la mise bas est également nécessaire au calcul du gain quotidien moyen avant le sevrage ( $GQM = \text{poids au sevrage} - \text{poids à la mise bas} / \text{jours au sevrage}$ ).

Toutefois, de nombreux éleveurs éprouvent certaines difficultés à mesurer le poids à la mise bas. En effet, entre 1971 et 1980, 67 % des veaux nés dans le cadre du Programme fédéral-provincial de contrôle d'aptitudes des bovins de boucherie n'avaient pas été pesés à la naissance. Dans la présente étude, les données relevées à la mise bas et tirées de la banque de données du programme ROP ont servi au calcul des moyennes pour la race et des facteurs de correction selon l'âge de la mère. On a pris soin de choisir, parmi les dossiers de troupeaux inscrits au programme, ceux qui présentaient une proportion relativement faible (moins de 50 %) de veaux dont le poids avait été estimé. On entend par poids estimé un poids à peu près égal au poids de vêlage moyen recommandé pour



age of dam. They represent the most up-to-date breed average estimates for the Canadian beef cattle population.

The additive age of dam adjustment factors for 12 breeds of dam and or dam crosses are given in Table 2. One of the criteria for breed of dam grouping required each breed of dam by sex of calf by age of dam subclass to have at least 100 calves. Breeds and crosses that did not meet this criterion were classified into the 'others'. The restriction was intended to provide more reliable estimates. These breed-of-dam specific factors adjust all birth weights to a mature dam (5 or more years old) basis, and permit comparison of birth weights from dams of different ages.

The revised ROP beef program indexes calves on pre-weaning ADG rather than on weaning weight in order to emphasize postnatal growth rather than birth weight. Since preweaning ADG is calculated as weaning weight minus birth weight divided by weaning age, a birth weight record or estimate is required. In the past missing birth weights have been estimated using the appropriate breed-by-sex averages, such

la race dans le cadre du Programme de contrôle d'aptitudes. Ce sous-ensemble de données portait sur 191 535 veaux pour 7021 années-troupeaux entre 1971 et 1980.

Le poids moyen à la mise bas, d'après la race du géniteur mâle et le sexe du veau, pour les 23 principales races de géniteur et déterminé à partir d'au moins 100 veaux est indiqué au Tableau 1. Les moyennes ont été calculées pour le troupeau, l'année de l'épreuve, la race de la mère et l'âge de cette dernière et représentent les moyennes de race les plus à jour pour le cheptel canadien de bovins de boucherie.

Le Tableau 2 donne le facteur de correction additif de l'âge de la mère pour 12 races pures ou croisements. Un des critères utilisé pour grouper les races de vache était que chaque race, par sexe du veau et par âge de la mère, devait compter au moins 100 veaux. Les races pures et les croisements ne respectant pas ce critère ont été classés sous la rubrique « autres ». Cette restriction devait fournir des chiffres plus

**Tableau 1. Poids moyen\* à la mise bas (kg) selon la race du géniteur et le sexe du veau**

**Table 1: Breed average\* birth weights (kg) by breed of sire and sex of calf**

Breed of sire	Male calves		Female calves	
	No	Average	No	Average
1 Hereford	19,649	35.90	22,073	33.52
2 Angus	9,930	34.14	11,593	31.64
3 Charolais	19,172	40.20	24,035	37.38
4 Simmental	16,554	40.50	25,209	37.46
5 Shorthorn	2,381	34.12	2,883	31.64
6 Maine Anjou	5,303	41.25	8,749	38.60
7 Limousin	4,623	37.93	6,165	35.21
8 Chianina	991	42.17	1,308	39.18
9 Blonde d'Aquitaine	908	40.42	1,465	37.53
10 Gelbvieh	609	38.85	1,268	36.15
11 Galloway	488	31.85	508	29.82
12 Murray Grey	219	33.72	421	32.01
13 Brown Swiss	450	39.47	570	35.72
14 Pinzgauer	285	40.48	627	37.07
15 Tarentaise	188	37.44	428	35.22
16 Black Welsh	88	37.33	132	33.60
17 Salers	312	38.38	504	35.09
18 Red Poll	52	34.54	78	31.54
19 Lincoln Red	54	36.04	79	33.67
20 Marchigiana	187	41.97	326	38.10
21 Meuse-Rhine-Ijssel	86	37.42	113	35.21
22 Normande	36	41.48	72	39.72
23 Romagnola	30	41.08	71	37.76
24 Others**	79	36.42	184	33.92

\* Add 1.09 kg to male and 1.10 kg to female to obtain breed averages adjusted to a 5 + year-old dam basis

\*\* Consists of breeds not included in above 23 breeds

**Table 2: Age of dam adjustment factors for birth weight (kg)**

Breed of dam	Age of dam (year-old)							
	Male calves				Female calves			
	2	3	4	5+	2	3	4	5+
1 Angus	1.54	0.38	0.01	0.00	1.42	0.46	0.10	0.00
2 ½ Charolais*	3.14	1.05	0.35	0.00	2.86	0.95	0.32	0.00
3 Charolais	2.57	1.27	0.26	0.00	2.56	0.89	0.15	0.00
4 Hereford	2.26	1.06	0.30	0.00	2.20	0.97	0.44	0.00
5 ½ Limousin	3.74	1.20	0.72	0.00	2.91	1.28	0.82	0.00
6 Limousin	3.56	1.92	1.02	0.00	3.42	1.64	0.55	0.00
7 ½ Maine Anjou	2.91	1.24	0.41	0.00	2.94	1.94	0.69	0.00
8 Maine Anjou*	2.96	0.99	0.33	0.00	3.64	1.21	0.40	0.00
9 Shorthorn	1.27	0.85	0.65	0.00	1.33	0.65	0.28	0.00
10 ½ Simmental	2.99	1.54	0.46	0.00	3.14	1.40	0.45	0.00
11 Simmental	2.91	1.92	0.78	0.00	2.80	1.43	0.64	0.00
12 British crosses	3.09	1.32	0.98	0.00	2.61	1.42	0.35	0.00
13 Others**	2.43	1.51	0.22	0.00	2.09	1.13	0.33	0.00

\* A mathematical function has been used to smooth out irregularities in the pattern of adjustment factors for these breeds.

\*\* Consists of breeds or crosses not included in above 12 groups

Race du géniteur	Veaux mâles		Veaux femelles	
	Nombre	Moyenne	Nombre	Moyenne
1 Hereford	19 649	35,90	22 073	33,52
2 Angus	9 930	34,14	11 593	31,64
3 Charolais	19 172	40,20	24 035	37,38
4 Simmental	16 554	40,50	25 209	37,46
5 Shorthorn	2 381	34,12	2 883	31,64
6 Maine Anjou	5 303	41,25	8 749	38,60
7 Limousin	4 623	37,93	6 165	35,21
8 Chianina	991	42,17	1 308	39,18
9 Blonde d'Aquitaine	908	40,42	1 465	37,53
10 Gelbvieh	609	38,85	1 268	36,15
11 Galloway	488	31,85	508	29,82
12 Murray Grey	219	33,72	421	32,01
13 Suisse brune	450	39,47	570	35,72
14 Pinzgauer	285	40,48	627	37,07
15 Tarentaise	188	37,44	428	35,22
16 Black Welsh	88	37,33	132	33,60
17 Salers	312	38,38	504	35,09
18 Red Poll	52	34,54	78	31,54
19 Lincoln Red	54	36,04	79	33,67
20 Marchigiana	187	41,97	326	38,10
21 Meuse-Rhine-Ijssel	86	37,42	113	35,21
22 Normande	36	41,48	72	39,72
23 Romagnola	30	41,08	71	37,76
24 Autres**	79	36,42	184	33,92

\* Ajouter 1,07 kg aux mâles et 1,10 kg aux femelles pour obtenir la moyenne de la race corrigée pour les vaches de 5 ans et plus.

\*\* Races non indiquées plus haut.

**Tableau 2. Facteurs de correction du poids à la mise bas (kg) selon l'âge de la mère**

Race de la mère	Âge de la mère							
	Veaux mâles				Veaux femelles			
	2	3	4	5 et plus	2	3	4	5 et plus
1 Angus	1,54	0,38	0,01	0,00	1,42	0,46	0,10	0,00
2 ½ Charolais*	3,14	1,05	0,35	0,00	2,86	0,95	0,32	0,00
3 Charolais	2,57	1,27	0,26	0,00	2,56	0,89	0,15	0,00
4 Hereford	2,26	1,06	0,30	0,00	2,20	0,97	0,44	0,00
5 ½ Limousin	3,74	1,20	0,72	0,00	2,91	1,28	0,82	0,00
6 Limousin	3,56	1,92	1,02	0,00	3,42	1,64	0,55	0,00
7 ½ Maine Anjou	2,91	1,24	0,41	0,00	2,94	1,94	0,69	0,00
8 Maine Anjou*	2,96	0,99	0,33	0,00	3,64	1,21	0,40	0,00
9 Shorthorn	1,27	0,85	0,65	0,00	1,33	0,65	0,28	0,00
10 ½ Simmental	2,99	1,54	0,46	0,00	3,14	1,40	0,45	0,00
11 Simmental	2,91	1,92	0,78	0,00	2,80	1,43	0,64	0,00
12 Hybrides britanniques	3,09	1,32	0,98	0,00	2,61	1,42	0,35	0,00
13 Autres**	2,43	1,51	0,22	0,00	2,09	1,13	0,33	0,00

\* On a utilisé une fonction mathématique pour éliminer les irrégularités des facteurs de correction pour ces races.

\*\* Races non mentionnées plus haut.

as those of Table 1, without any adjustment for age of dam. As a result preweaning ADG has been slightly overestimated for 2- and 3-year old dams and underestimated for 4- and 5 or more years old dams. The use of age of dam adjustment factors in the revised ROP program has removed this source of error. The adjustment factors used are those shown in Table 2. For example, estimated birth weights for Charolais-sired male calves from dams that are 2-, 3-, 4-, and 5 or more years of age become 38.72, 40.02, 41.03 and 41.29 kg, respectively, instead of the 40.20 kg previously used for all age-of-dam groups.

---

Drs. Tong and Newman are research scientists at the Agriculture Canada Research Station, Lacombe, Alberta.

---

faibles. Les facteurs spécifiques à la race de la mère permettent de corriger le poids à la mise bas en fonction d'une mère adulte (5 ans et plus) et de comparer les poids à la mise bas de mères d'âges différents.

Le nouveau programme de contrôle d'aptitudes des bovins de boucherie calcule l'indice des veaux selon le GQM avant le sevrage plutôt que le poids au sevrage afin de mettre l'accent sur la croissance post-natale plutôt que sur le poids à la naissance. Puisque le GQM avant le sevrage correspond au poids au sevrage moins le poids à la naissance divisé par l'âge au sevrage, on a besoin de l'enregistrement du poids à la mise bas ou de son estimation. Autrefois, lorsqu'on oubliait de peser un veau à la naissance, le poids de ce dernier était évalué d'après les moyennes établies pour le sexe et la race appropriés comme celles du Tableau 1, sans correction pour l'âge de la mère. Le GQM était donc légèrement plus élevé pour les mères de 2 et de 3 ans et plus bas pour celles de 4 ou de 5 ans et plus. Dans le nouveau programme, l'emploi d'un facteur de correction pour l'âge de la mère a éliminé cette source d'erreur. Les facteurs de correction utilisés sont ceux qu'on trouve au Tableau 2. Ainsi, le poids à la mise bas prévu pour les veaux mâles dont le géniteur est un charolais et qui sont issus de vaches ayant respectivement 2, 3, 4 ou 5 ans et plus est de 38,72 kg, 40,02 kg, 41,03 kg et 41,29 kg au lieu de 40,20 kg pour les mères de tout âge comme c'était le cas auparavant.

---

MM. Tong et Newman sont des chercheurs scientifiques à l'emploi de la Station de recherches d'Agriculture Canada, à Lacombe, en Alberta.

---

## ECHOES from the field and lab / ÉCHOS des labos et d'ailleurs

**USING WINTER'S COLD TO CUT ENERGY** If the sun's warmth can be used to reduce heating costs, why can't winter's cold be used to reduce refrigeration costs?

It can. And engineers at Agriculture Canada's Engineering and Statistical Research Institute in Ottawa are studying how it can be used in practical applications in the food industry.

In most parts of Canada, food processors and food warehouses are paying for energy to refrigerate storage rooms when it is colder outside.

Denyse LeBlanc of the Engineering and Statistical Research Institute is working with a Toronto based meat processor, under Agriculture Canada's energy research and development in agriculture and food contracting out program, to study different systems for using cold air to supplement refrigeration.

The contractor has found that the most successful of the five systems studied is to fit the refrigeration system so that the compressor discharge pressure varies with outside air temperature letting outside air into the storage when needed. Based on an estimated cost of \$47,500 to install such a system, the pay back period for Calgary, is 2 years for Winnipeg 2.4 years and for Toronto 4 years.

Ms. LeBlanc stressed that so far the work has been done only on a laboratory scale. The next phases of the project

**MÊME LE FROID DE L'HIVER PEUT RÉDUIRE LES COÛTS DE L'ÉNERGIE** Si la chaleur du soleil peut servir à réduire les coûts de chauffage, pourquoi ne pourrait-on pas utiliser le froid de l'hiver pour diminuer les coûts de la réfrigération?

Cela est possible. Les chercheurs de l'Institut de recherches techniques et de statistiques d'Agriculture Canada à Ottawa étudient le moyen d'utiliser, de manière pratique, ce froid dans l'industrie alimentaire.

Dans la majeure partie du Canada, les propriétaires d'usines et d'entrepôts de produits alimentaires réfrigèrent leurs chambres froides en utilisant de l'énergie qu'ils paient, alors qu'ils pourraient tirer profit du froid de l'extérieur.

Denise Leblanc, de l'Institut de recherches techniques et de statistiques, travaille avec une firme de Toronto spécialisée dans la transformation des viandes et ce, dans le cadre du Programme fédéral de recherche et de développement énergétique en agriculture et en alimentation (RDEAA). Les chercheurs expérimentent divers systèmes utilisant l'air froid extérieur pour remplacer en partie la réfrigération.

L'entrepreneur a constaté que, parmi les cinq systèmes à l'étude, le plus efficace était celui dont on réglait le dispositif de refroidissement pour que la pression de sortie du compresseur varie selon la température de l'air extérieur. En estimant le coût d'installation d'un tel système à 47 500 \$, il ne fau-



are to design, build, and monitor a prototype of the system and then to install a full size system in a food processing plant if the investment proves to be justified.

Daphne Sidaway-Wolf, also of the Institute, is working on a second contract with another Toronto based meat processor to design, install and test a system to draw outside cold air directly into the plant.

Another way of putting winter to work directly on the farm is to build ice blocks during the winter to have them available for cooling perishable fruits and vegetables at harvest time.

Clement Vigneault, an agricultural engineer at the Institute, made a prototype 29-tonne ice block last winter inside a small, insulated shed.

"Every 15 minutes a thin layer of water is added to the ice block. It is frozen by cold outside air brought into the building by a ventilation system," Mr. Vigneault explained.

The thickness of the coat of water is controlled by a timer and a thermostat so that it can be varied from 0.75 millimeters to 1.75 millimeters depending on the outside temperature. In this way, it is possible to build a five meter high block of ice under typical climatic conditions in Ottawa.

This winter Mr. Vigneault is working in co-operation with a group of five farmers located near Quebec City to build a 330 tonne ice block which will be used next year for cooling carrots, broccoli, corn and other market vegetables. He also hopes to build a sensor that will detect when each layer of water is frozen. Then a millimeter of water could be sprayed on the block as soon as the previous layer freezes. This will result in greater amounts of ice being produced.

"The system is being designed so that a farmer can build one on his own farm," Mr. Vigneault says.

"It costs about \$500 for the control equipment and about \$200 per square meter for the building."

In a properly insulated shed, the ice block can be kept all the summer. Mr. Vigneault's work will also determine the optimum insulation required for each size of ice block.

These new initiatives by Agriculture Canada's researchers show promise for saving costly energy by using Canada's winter climate to advantage.

**WINE INDUSTRY IN NOVA SCOTIA** Grapes have been grown in Nova Scotia for nearly four centuries. But it is only in the last few years that wines made from Nova Scotia grapes have been available on the commercial market.

Using French hybrid grapes, evaluated by scientists at Agriculture Canada's Kentville, N.S., Research Station, Grand Pre Wines Ltd. marketed its first commercial wines through the Nova Scotia Liquor Commission's specialty store in Halifax in 1981. In 1982, Grand Pre produced five new wines from its vineyards that now exceed ten hectares in the Annapolis Valley.

Chipman Wines was established in Kentville in 1941 specializing in fruit wines from apples, cherries, elderberries, blueberries and cranberries. Andres established a winery in Truro in 1965 and now supplies more than half of the provincial market, but it uses grapes from Ontario, California and British Columbia. Grand Pre is the first winery in the province to market wines from Nova Scotia grapes.

Grapes were planted in Nova Scotia soon after Governor de Monts established the Port Royal Habitation in 1605. In 1611, Louis Hebert, a French settler, paddled up the Bear River and planted grape vines he brought from France. Many did not survive, but the hardier ones became common around

drait que 2 ans à Calgary, 2,4 à Winnipeg et 4 ans à Toronto pour rembourser ces dépenses.

Madame Leblanc souligne que, jusqu'à présent, le travail n'a pas dépassé le stade du laboratoire. Les deux prochaines étapes du projet vont consister à dessiner et à construire un prototype pour en évaluer le fonctionnement. Ensuite, on installera un système grandeur nature dans une usine de transformation si l'investissement s'avère justifié.

Suivant un deuxième contrat du RDEAA, Mme Daphne Sidaway-Wolf, également de l'Institut, travaille avec un autre transformateur de viandes de Toronto. Elle doit dessiner, installer et essayer un système qui fera passer l'air froid extérieur directement dans l'espace de stockage.

Les agriculteurs ont un autre moyen de mettre l'hiver à leur service. Ils fabriquent des blocs de glace durant la saison froide et les gardent pour refroidir leurs fruits et leurs légumes périssables destinés au marché.

Clément Vigneault, ingénieur rural à l'Institut, a réalisé, l'hiver dernier, un bloc de glace prototype de 29 t dans un petit hangar isolé.

« Toutes les 15 minutes, on ajoutait une mince couche d'eau au bloc de glace. Elle se gelait sous l'effet de l'air froid extérieur que le système de ventilation faisait pénétrer dans le bâtiment. L'épaisseur de la couche d'eau était contrôlée par une minuterie et un thermostat. Selon la température extérieure, elle variait de 0,75 à 1,75 mm. Ainsi, avec les conditions climatiques d'Ottawa, on pourrait fabriquer un bloc de glace de 5 m de haut. »

Cet hiver, Monsieur Vigneault travaillera en collaboration avec cinq agriculteurs de la région de Québec pour construire un bloc de glace de 330 t. On s'en servira l'année prochaine pour conserver des carottes, du brocoli, du maïs et d'autres légumes destinés au marché. Le chercheur espère aussi mettre au point un dispositif de contrôle qui indiquera le moment où chaque couche d'eau aura gelé. Cela permettra d'augmenter la quantité de glace produite.

« N'importe quel agriculteur peut fabriquer un tel système dans sa propre ferme, dit Monsieur Vigneault. Le matériel de contrôle coûtera environ 500 \$, et le bâtiment environ 200 \$ le mètre carré. » Dans un hangar correctement isolé, le bloc de glace pourra se conserver tout l'été. Monsieur Vigneault recherche aussi quelle est la meilleure isolation selon les différentes dimensions que l'on peut donner au bloc de glace.

Grâce à ces nouvelles initiatives, on pourra bientôt économiser de l'énergie coûteuse au Canada en mettant à profit le froid de l'hiver.

**ESSOR DU SECTEUR VINICOLE EN NOUVELLE-ÉCOSSE** En Nouvelle-Écosse, on cultive la vigne depuis près de quatre siècles. Pourtant, l'arrivée sur le marché de vins produits à partir de raisins cultivés dans la province ne date que de quelques années.

En effet, ce n'est qu'en 1981 que la Grand Pré Wines Ltd a mis en vente ses premiers vins dans les magasins de la Commission des alcools de la Nouvelle-Écosse, à Halifax. Ces vins provenaient de raisins hybrides français mis à l'essai à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Kentville (N.-É.). En 1982, la société Grand Pré a produit cinq nouveaux vins avec du raisin provenant de son vignoble de la vallée d'Annapolis s'étendant sur plus de 10 ha.

La Chipman Wines, fondée à Kentville en 1941, fabrique des vins de pomme, de cerise, de sureau, de bleuets et de canneberge. En 1965, la société Andres fondait un établissement vinicole à Truro; elle approvisionne maintenant plus de la





*Grapes have been grown in Nova Scotia for nearly four centuries. But it's only been in the last few years Nova Scotian wines have appeared on the market.*

*La Nouvelle-Écosse cultive la vigne depuis bientôt quatre siècles. Ses vins n'ont pourtant fait leur apparition sur le marché que depuis quelques années.*

most farm homes where they were planted on the sunny side of the house for decoration and to provide grapes for jams.

Horticulturalists at the Kentville Research Station have been evaluating grapes since the station was founded in 1913. More than 175 varieties have been evaluated in the search for grape varieties suitable to Nova Scotia's climate and soils.

With the introduction of the Van Buren grape from the New York Fruit Testing Station in the early 1950s, the researchers were onto a satisfactory grape for the fresh table market. But efforts to find a suitable commercial wine grape failed.

Dr. Don Craig, formerly head of the crops section at Kentville, retired this year but is continuing to work with Nova Scotia grape growers on evaluating and improving varieties for wine production. There is one hectare of test plots at the station and its Sheffield farm where Dr. Craig has about 60 varieties under evaluation.

The first French hybrids were planted by Dr. Norman Morse at Pre View Gardens at the suggestion of Dr. Roger Dial, a political science professor at Dalhousie University who had experience with the wine industry in California. Dr. Dial bought the gardens in 1981 and re-named them Grand Pre Wines Ltd. He now has 60 varieties growing on his 10-hectare vineyard.

Dr. Dial is also the founding chairman of the newly-formed 35-member Grape Growers Association of Nova Scotia.

moitié du marché intérieur. Cette société, cependant, fait venir ses raisins de l'Ontario, de la Californie et de la Colombie-Britannique. La société Grand Pré est donc la première à commercialiser du vin produit avec du raisin de la Nouvelle-Écosse.

On a commencé à cultiver la vigne dans cette province en 1605, peu après la fondation de Port-Royal par le gouverneur de Monts.

En 1611, Louis Hébert, un colon français, planta le long de la rivière Bear des vignes qu'il avait apportées de France. La plupart ne purent résister à la rigueur de l'hiver. Les agriculteurs de l'époque continuèrent cependant à cultiver les espèces les plus résistantes en les plantant près de leurs maisons de façon à leur donner le maximum de soleil et de chaleur. On se servait des vignes comme décorations ou on récoltait les raisins pour en faire des confitures.

Les horticulteurs de la Station de recherches de Kentville font l'évaluation des vignes depuis la fondation de cette station en 1913. Ils en ont évalué plus de 175 variétés dans l'espoir d'en trouver qui soient adaptées aux sols et aux conditions climatiques de la Nouvelle-Écosse.

Au début des années 50, on introduisait la variété Van Buren, créée à la New York Fruit Testing Station. Bien que satisfaisante pour la production de raisins de table, cette variété ne répondait pas aux espoirs des chercheurs du point de vue production vinicole.

M. Don Craig, ancien chef de la Station d'horticulture à Kentville, a pris sa retraite cette année mais continue à collaborer avec les producteurs de raisins de la Nouvelle-Écosse pour l'amélioration des variétés vinicoles.

Les premiers hybrides français ont été plantés aux Pré View Gardens par M. Norman Morse, sur les conseils de M. Roger Dial. Ce dernier était professeur de sciences politiques à l'Université de Dalhousie et connaissait très bien le secteur vinicole de la Californie. Monsieur Dial acheta les jardins en 1981 et leur donna le nom de Grand Pré Wines Ltd. Aujourd'hui, 60 variétés poussent dans son vignoble de 10 ha.

Monsieur Dial est également le président fondateur de la récente Grape Growers Association de Nouvelle-Écosse.

**FÈVES DE SOJA BRUTES DANS L'ALIMENTATION ANIMALE** Les fèves de soja brutes pourraient constituer une source économique de protéines de haute qualité pour les producteurs de bovins laitiers et de boucherie des Maritimes.

Jusqu'à présent, le tourteau de soja a presque toujours été utilisé comme complément dans les rations de grains pour les bestiaux à l'Île-du-Prince-Édouard. C'est un sous-produit de l'extraction de l'huile de soja qui provient de l'extérieur de la province.

Les travaux de recherche ont démontré que les fèves de soja brutes, de production locale, peuvent très bien remplacer le tourteau de soja lorsqu'on les utilise dans un régime équilibré pour les bovins.

Trois producteurs laitiers et trois producteurs de bovins de boucherie de l'association pour l'amélioration des sols et des cultures de l'Île-du-Prince-Édouard (*P.E.I. Soil and Crop Improvement Association*) ont mené un projet de recherche sur l'utilisation des fèves de soja dans l'alimentation animale. Ce projet, subventionné par Agriculture Canada, dans le cadre du Programme d'amélioration de la productivité (P.A.P.), visait à démontrer aux producteurs de l'Île que les fèves de soja brutes peuvent remplacer d'autres compléments alimentaires sans diminuer le rendement du bétail.



**RAW SOYBEANS FOR LIVESTOCK FEED** Crushed, raw soybeans could provide Atlantic Canada farmers with an economical source of high-quality protein for dairy and beef cattle.

In P.E.I., commercial soybean meal has traditionally been imported to the Island and used to supplement grain rations for livestock. Soybean meal is a by-product after the extraction of soya oil from soybeans for human consumption.

Research has shown that raw soybeans can successfully replace expensive, imported soybean meal when fed as part of a balanced diet to cattle.

A soybean feeding project was carried out by the P.E.I. Soil and Crop Improvement Association involving three dairymen and three beef producers.

The project was funded under Agriculture Canada's Productivity Enhancement Program (P.E.P.) for the Island. It was designed to demonstrate to livestock producers that raw soybeans could replace other supplements without any drop in livestock productivity.

"The test animals were chosen for their high protein needs," says Peter Boswall, technician on the project.

During a 60-day period, test groups in each herd were fed rations containing of oats, grain corn or barley plus raw soybeans. A control group in each herd received regular grain rations plus soybean meal. The crude protein levels of all rations ranged between 14 and 18%.

Mr. Boswall noted that the animals showed no problems in accepting the feeds containing raw soybeans.

Because of their high oil content, raw soybeans may clog feed crushing equipment. The soybeans used in the project, however, were test-milled successfully using a roller mill, a hammer mill and a plate crusher. The plate crusher appeared to work the best if the grain and soybeans were mixed together while entering the crusher.

The roller and hammer mills could handle several hundred kilograms of raw soybeans without sticking or gumming up but, according to Mr. Boswall, it is a good idea to run either oats or barley through the mill after the soybeans to remove any oil residues.

There was no problem with spoiling provided the rations, which are high in fat content, were fed within two weeks of crushing.

The results showed that locally-grown beans can be easily used in feeding rations and they compare very favorably with soybean meal.

«On a choisi des animaux qui ont besoin de rations à forte teneur en protéines pour notre projet.» a dit M. Peter Boswall, un des techniciens du projet. Pendant soixante jours, les groupes expérimentaux de chaque troupeau ont reçu des rations composées d'avoine, de maïs-grain ou d'orge, et de fèves de soja brutes, tandis qu'un groupe témoin dans chaque troupeau recevait les rations régulières de grains auxquelles le tourteau de soja était ajouté. Les teneurs en protéines brutes de toutes les rations variaient de 14 à 18 p. 100.

«Les veaux et les vaches acceptent volontiers les fèves de soja brutes après une période d'adaptation d'une semaine,» de souligner Monsieur Boswall.

Le technicien mentionne toutefois qu'en raison de leur teneur élevée en huile, les fèves de soja peuvent avoir tendance à bloquer les appareils de broyage. Les fèves utilisées pour ce projet ont été moulues soit au moyen d'un appareil à cylindres, d'un broyeur à marteaux ou d'un broyeur à disques. Le broyeur à disques semble donner le meilleur rendement si les grains et les fèves sont mélangés avant le broyage.

D'après le spécialiste, les broyeurs à cylindres et à marteaux peuvent moulinier plusieurs centaines de livres de fèves de soja brutes sans collage ni gommage. Cependant, il est bon de faire passer de l'avoine ou de l'orge dans ces appareils après le broyage des fèves pour enlever les résidus d'huile. Les rations ayant été utilisées dans les deux semaines suivant le broyage, elles ne se sont pas perdues, malgré leur haute teneur en matière grasse.

Nos résultats ont démontré que les fèves produites à l'Île peuvent facilement être incorporées dans les rations alimentaires du bétail. Ces rations sont de qualité comparable à celles contenant du tourteau de soja.

Canada 